

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Блянкинштейн И.М.

подпись

инициалы, фамилия

«20»

06

2017

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
код и наименование специальности


Совершенствование технологии работ кузовного участка предприятия
«Доступный сервис»
тема

Пояснительная записка

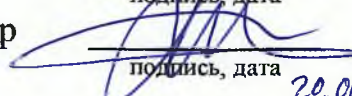
Руководитель


подпись, дата 20.06.2017

Выпускник


подпись, дата 20.06.2017

Нормоконтролер


подпись, дата 20.06.2017

Блянкинштейн И.М.
фамилия, инициалы

Отт Е.В.

фамилия, инициалы

Блянкинштейн И.М.

фамилия, инициалы

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Блянкин И.М.

подпись инициалы, фамилия

«01» марта 2017 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Совершенствование технологии работ кузовного участка предприятия
«Доступный сервис»

Студенту Отт Евгению Викторовичу

фамилия, имя, отчество

Группа ЗФТ 12-06Б Направление (специальность) 23.03.03

номер

код

Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

наименование

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование технологии работ кузовного участка предприятия «Доступный сервис»

Утверждена приказом по университету № 1412/с от 07.02.2017

Руководитель ВКР И.М.Блянкинштейн, д.т.н., профессор, ПИ СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР наименование предприятия – «Доступный Сервис», тип СТОА – городская универсальная; место расположения – г. Красноярск; участок для детальной разработки – кузовной участок; число дней работы в году – 305 дней.

Перечень разделов ВКР Технико-экономическое обоснование проекта: характеристика производственной мощности, статистика работы предприятия и кузовного участка, недостатки производственного процесса; Технологический расчет предприятия: расчет годового объема работ, расчет численности производственных рабочих, расчет числа рабочих постов и площадей производственных, административно-бытовых и складских помещений; Совершенствование технологии кузовного ремонта на предприятии; Выбор технологического оборудования: перечень оборудования, массив исследования оборудования и его характеристики, ранжирование по коэффициенту качества.

Перечень графического материала

Лист 1 – Технико-экономическое обоснование проекта

Лист 2 – Планировочное решение кузовного участка предприятия «Доступный сервис»

Лист 3 – Внешний вид усовершенствованной конструкции напольного стапеля

Лист 4 – Внешний вид исследуемых напольных стапелей

Лист 5 – Оценка эффективности и конкурентоспособности напольных стапелей

Руководитель ВКР

подпись

И.М. Блянкинштейн

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению


подпись, инициалы и фамилия студента

Е.В. Отт

« ____ » _____ 2017 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Совершенствование технологии работ кузовного участка предприятия «Доступный сервис»» содержит 53 страницы текстового документа, 2 листа приложения, 21 использованный источник, 5 листов графического материала.

СТАНЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, КУЗОВНОЙ УЧАСТОК, НАПОЛЬНЫЙ СТАПЕЛЬ, ЛЕГКОВОЙ АВТОМОБИЛЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПОДЪЕМНИК.

В первом разделе представлено технико-экономическое обоснование проекта, представлена информация о предприятии «Доступный сервис», доходы от работы кузовного участка за последние годы, проведен анализ существующего технологического процесса и выявлены недостатки.

Во втором разделе произведен технологический расчет предприятия «Доступный сервис», определен годовой объем работ, численность персонала, необходимое число рабочих и вспомогательных постов, а также рассчитаны площади производственных и административных помещений.

В третьем разделе проведено совершенствование технологического процесса кузовного ремонта на участке предприятия «Доступный сервис», составлены технологические карты до и после совершенствования, рассчитаны экономическая эффективность предложенных мероприятий.

В четвертом разделе проведена оценка эффективности и конкурентоспособности рассматриваемого технологического оборудования, а именно напольных ступеней для кузовного ремонта методом имитационного моделирования.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Техничко-экономическое обоснование проекта.....	6
2 Технологический расчет предприятия «Доступный сервис».....	12
2.1 Исходные данные.....	12
2.2 Расчет годового объема работ.....	12
2.3 Расчет годового объема вспомогательных работ.....	14
2.4 Расчет числа производственных рабочих.....	14
2.5 Расчет числа постов и автомобиле-мест.....	18
2.6 Расчет площадей производственных помещений.....	21
2.7 Расчет площади производственных участков.....	22
2.8 Расчет площадей складов.....	22
2.9 Расчет ресурсов.....	25
2.9.1 Расчет минимальной мощности отопительной системы.....	25
2.9.2 Потребность в технологической электроэнергии.....	26
2.9.3 Годовой расход электроэнергии для освещения.....	27
3 Совершенствование технологии кузовного ремонта на предприятии «Доступный сервис».....	28
3.1 Характеристика используемого стапеля на предприятии.....	28
3.2 Технологический процесс ремонта рам на предприятии «Доступный сервис».....	30
3.3 Совершенствование технологии кузовного ремонта на предприятии «Доступный сервис».....	32
3.4 Экономическая эффективность и целесообразность совершенствования технологии кузовных работ на предприятии «Доступный сервис».....	34
4 Оценка эффективности и конкурентоспособности технологического оборудования.....	36
4.1 Анализ эффективности оборудования на основе имитационного моделирования	36
4.2 Обоснование исходных данных и условий для расчета эффективности стапеля.....	37
4.3 Экономическая модель оценки эффективности использования стапеля напольного.....	38
4.4 Расчет эффективности кузовного участка.....	42
4.5 Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества пневматических стапелей.....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	52
ПРИЛОЖЕНИЕ А	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	55

ВВЕДЕНИЕ

Согласно официальным данным ГИБДД Российской Федерации, за 12 месяцев 2016 года произошло 173 694 дорожно-транспортных происшествия, которое по сравнению с 2015 годом сократилось на 5,6%. В целом наблюдается снижение показателей аварийности по вине человеческого фактора, но замечается рост числа аварий, произошедших по вине плохих дорог. В Красноярском крае, по сравнению с 2015 годом, наблюдалось небольшое уменьшение общего количества дорожно-транспортных происшествий, около 2%.

Данная статистика говорит о том, что ежегодно в Красноярском крае более 150 тысяч автомобилей после дорожно-транспортных происшествий имеют повреждения кузова различной степени тяжести. Из этого следует, что примерно 70% автовладельцев ежегодно нуждаются в восстановлении исходного состояния кузова автомобиля. Это вызывает острую потребность в осуществлении предприятиями автомобильного сервиса Красноярского края качественного и своевременного кузовного ремонта.

Соответственно, выполнение кузовного ремонта различной сложности и на самом высоком уровне станциями технического обслуживания автомобилей очень актуально на сегодняшний день.

1 Технико-экономическое обоснование проекта

Свою работу «Доступный сервис» начал с 1 августа 2014 года, тогда осуществлялись только слесарные работы. 1 октября 2014 года состоялось официальное открытие всего предприятия, а именно добавление кузовного цеха.

«Доступный сервис» – это проект группы компаний «Медведь Холдинг», который предоставляет услуги по слесарному и кузовному ремонту автомобилей любых марок, моделей и возраста, а также предоставляет к продаже запасные части - оригинальные и неоригинальные. Миссия создания данного автосервиса заключается в предоставлении владельцам автомобилей, с истекшим сроком гарантийного обслуживания, высококвалифицированного сервисного обслуживания по регламентам официальных дилерских центров и по ценам намного ниже обслуживания в дилерском центре. В автосервисе «Доступный сервис» большая площадь ремонтной зоны: около 900 м² для кузовного ремонта и около 1300 м² для слесарных работ. Производственные боксы данного предприятия имеют возможность вмещения грузовых автомобилей длиной до 18 метров. В процессе технического обслуживания и ремонта автомобилей предприятие «Доступный сервис» использует современное высокоточное оборудования, а для диагностических воздействий использует только лицензионное программное обеспечение.

На сегодняшний день стоимость нормо-часа для слесарных работ составляет 900 рублей и 1 000 рублей для кузовного участка, а также стоимость нормо-часа слесарных работ для коммерческого транспорта составляет 1 250 рублей.

В таблице 1.1 представим фактический персонал предприятия «Доступный сервис».

Таблица 1.1 – Структура предприятия «Доступный сервис»

Отдел	Наименование должности	Количество сотрудников, чел.
1 Отдел управления	Директор	1
	Заместитель директора (руководитель отдела зап.частей)	1
2 Отдел запасных частей	Кладовщик	3
	Инженер по снабжению	1
	Менеджер по продаже запасных частей	3
3 Сервисная служба (слесарный участок)	Мойщик	4
	Мастер-приемщик	3
	Администратор (оператор)	2
	Механик на ком. транспорт	3
	Механик на легковой транспорт	4
	Мастер цеха	2
	Инженер по дефектовке	2
	Механик (развал-схождение)	2
	Автоэлектрик (диагност)	2

Окончание таблицы 1.1

Отдел	Наименование должности	Количество сотрудников, чел.
4 Кузовной участок	Мастер цеха	2
	Инженер по дефектовке	2
	Подготовщик	2
	Полировщик	2
	Маляр	3
	Мастер-приемщик	3
	Жестянщик	4
	Арматурщик	5
	Колорист	3
Итого:		59

За прошедший 2016 год, согласно официальным данным, количество заездов в «Доступный сервис» составило 3883 единицы. На рисунке 1.1 представим распределение количества заездов в зависимости от вида выполняемых работ.

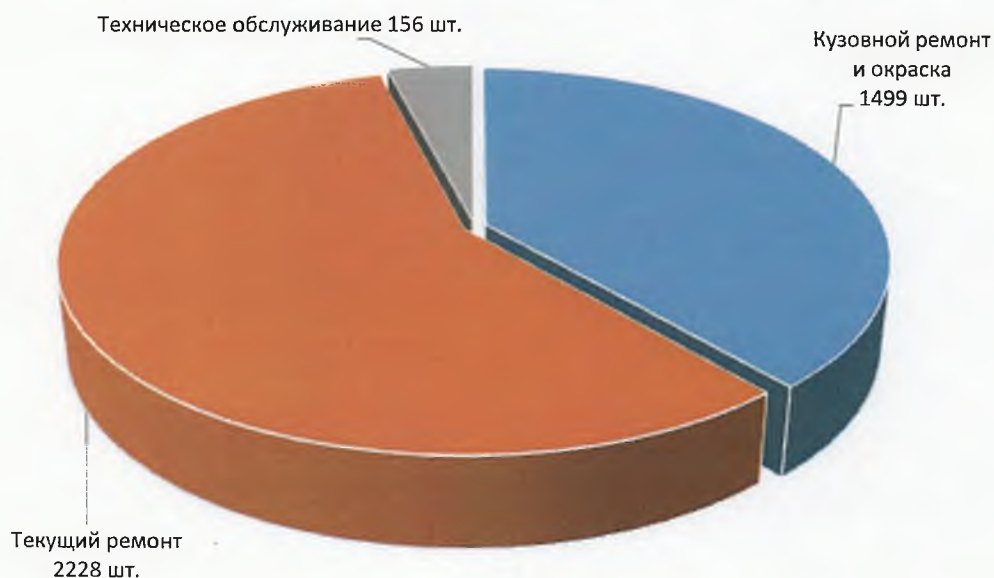


Рисунок 1.1 – Распределение количества заездов в автосервис «Доступный сервис» за 2016 год

Из представленного рисунка 1.1 видно, что самое большое число заездов в 2016 году приходилось на текущий ремонт транспортных средств. На кузовной и окрасочный ремонт пришлось чуть более 38 % от общего числа заездов.

Доходность предприятия «Доступный сервис» складывается из двух составляющих:

- доход от выполнения определенного вида работ;
- доход от продажи запасных частей.

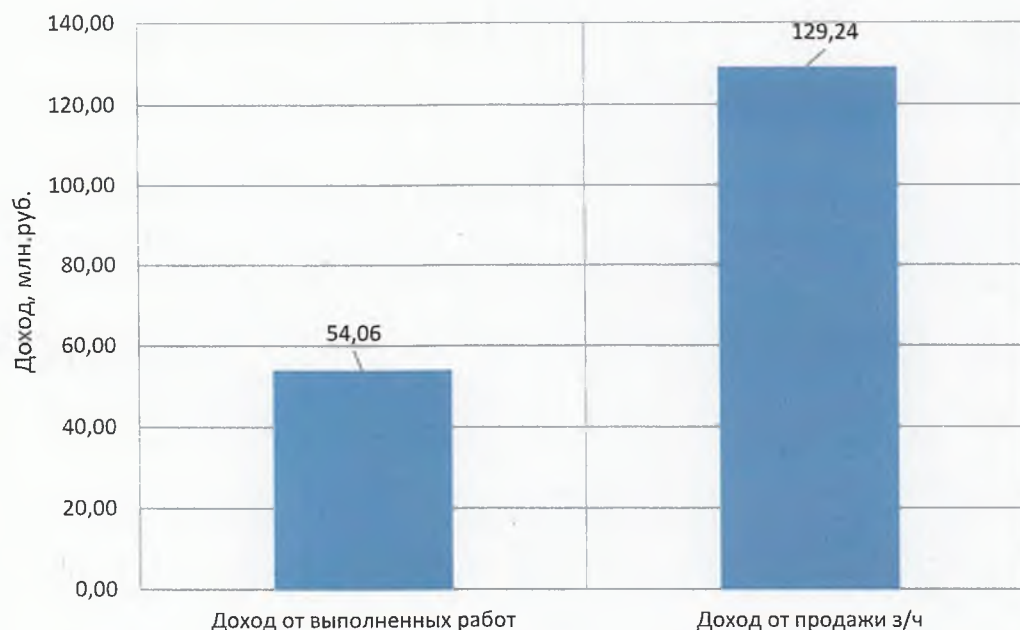


Рисунок 1.2 – Распределение дохода «Доступный сервис» за 2016 год

Из представленного графика видно, что доход от продажи запасных частей в различных вариациях превышает почти в два раза доход от выполненных работ на предприятии.

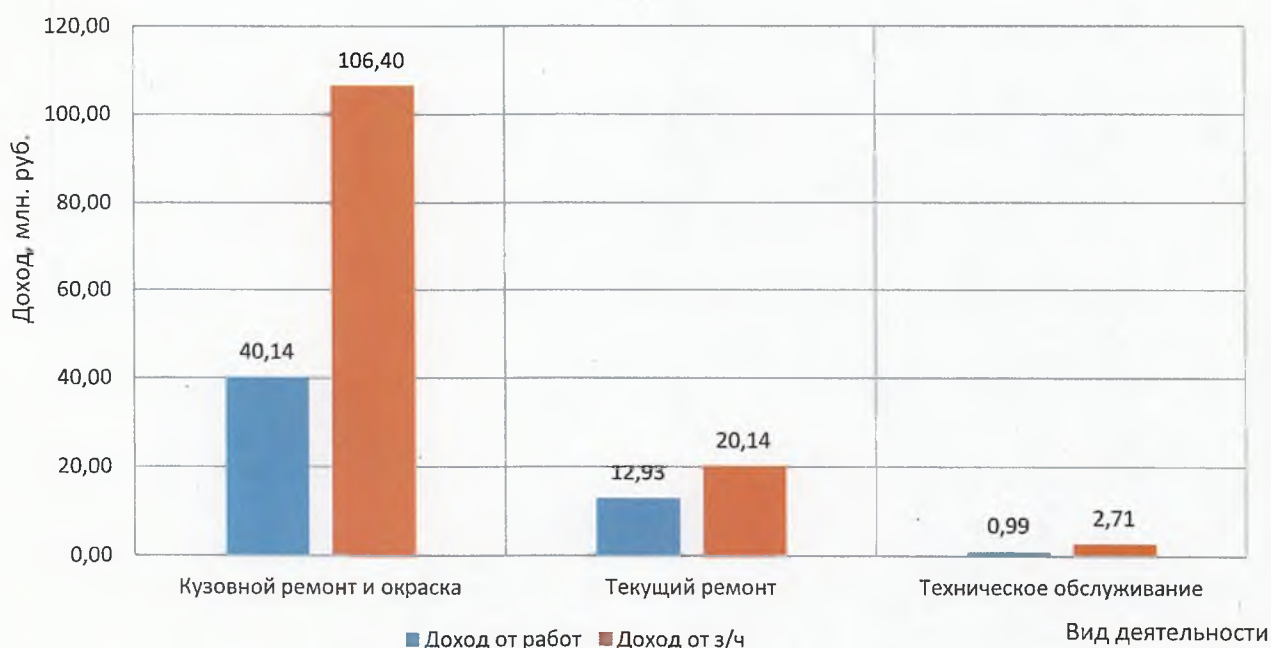


Рисунок 1.3 – Распределение годового дохода «Доступного сервиса»

Из рисунка 1.3 видно, что при 38 % от общего числа заездов, кузовной участок приносит предприятию «Доступный сервис» самый максимальный доход, который почти вдвое превышает два оставшихся вида работ.

Соответственно, кузовной участок «Доступного сервиса» является самым интересным объектом для исследований и совершенствования его технологии.

Необходимо отметить, что на предприятии «Доступный сервис» работы, выполняемые на кузовном подразделении, состоят из:

- работ, выполняемых на кузовном участке;
- работ, выполняемых на окрасочном участке.

Из анализа статистики заказ-нарядов кузовного участка «Доступного Сервиса» за 2016 год, было определено, что распределение дохода следующее: 78% от суммы общего дохода относится к кузовному участку и 22% от суммы общего дохода относится к окрасочному участку. Далее будем рассматривать только кузовной участок.

Теперь на рисунке 1.4 представим распределение дохода от работы кузовного участка за 2016 год.

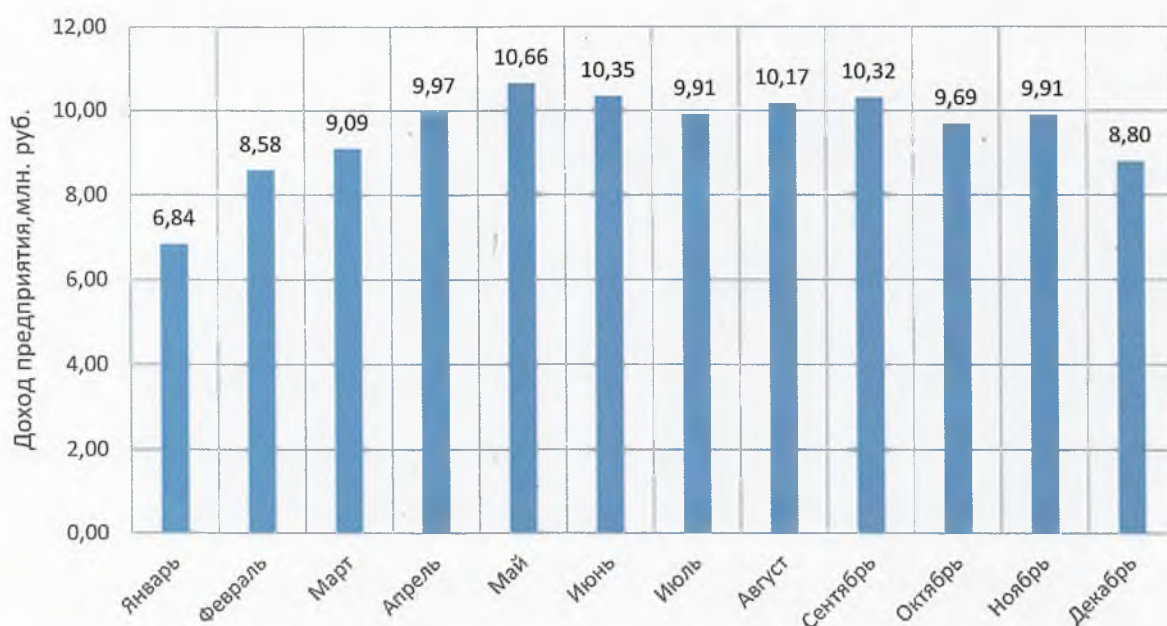


Рисунок 1.4 – Распределение дохода «Доступного сервиса» от работы кузовного участка за 2016 год по месяцам

На кузовном участке «Доступного Сервиса» производят следующие виды работ:

- разборочно-сборочные работы (включают в себя снятие и установку дверей, панелей, частей кузова, механизмов стекол и других съемных деталей). Оборудование: ключи, съемники;

- жестяницкие работы (включают ремонт крыльев, брызговиков, капотов, дверей, крылья и другие части кузова и частично изготавливают несложные детали, заплатки, накладки);

- правочные работы (включают работы по устранению искажений геометрических размеров кузова автомобиля). Специализированное оборудование: стапели, подъемники, приспособления;

- сварочные работы (наблюдаются почти во всех работах кузовного участка). Аппараты для газовой и электродуговой сварки;

– арматурные работы (включают в себя работы всех механизмов кузова (замков, петель, стеклоподъемников), окон и работы по замене стекол. Оборудование: приспособления для сборки стекол, оправки, киянки резиновые.

На рисунке 1.5 представим условную схему движения автомобиля при выполнении кузовных работ на предприятии «Доступный сервис».



Рисунок 1.5 – Схема передвижения по кузовному участку

На сегодняшний день кузовной участок «Доступного сервиса» состоит из 7 постов, а именно:

- а) 2 поста жестяницких работ (восстановление геометрической формы автомобилей);
- б) 2 поста рихтовки;
- в) 1 пост арматурных работ;
- г) 1 пост сварочных работ;
- д) 1 пост вспомогательных работ.

На рисунке 1.6 представим распределение дохода кузовного участка за 2016 год в зависимости от трудоемкости выполняемых работ.

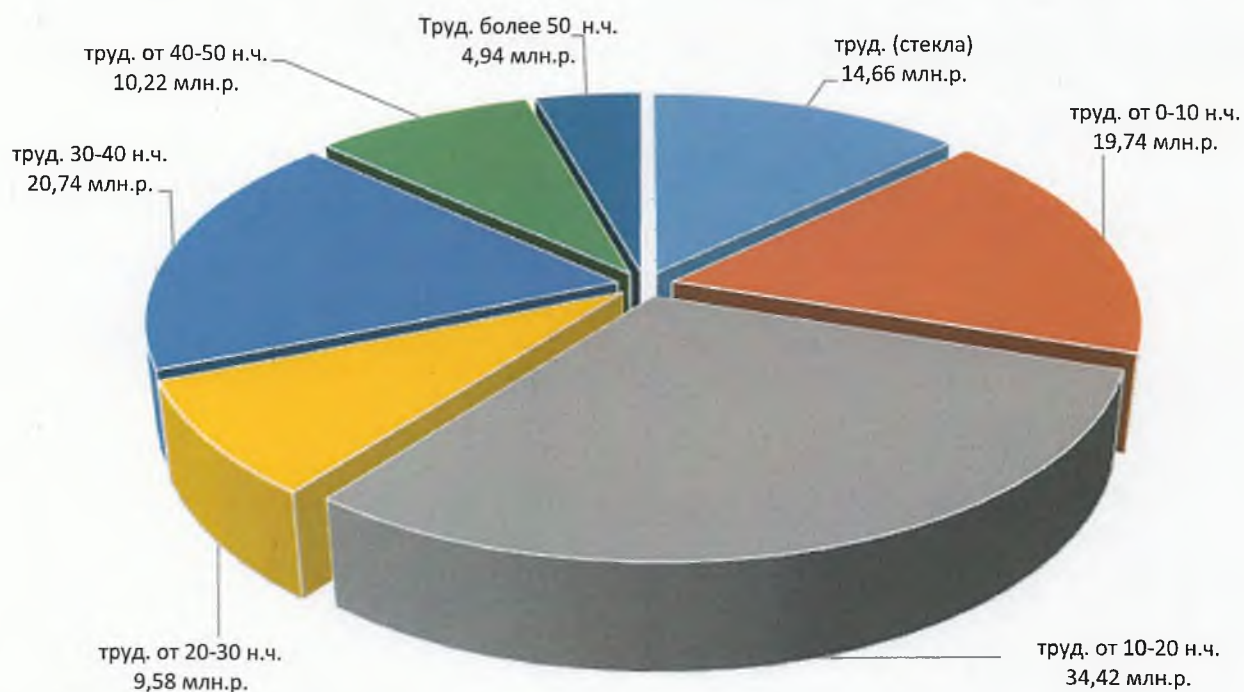


Рисунок 1.6 – Распределение дохода по трудоемкости выполняемых работ кузовного участка за 2016 год

Согласно данным рисунка 1.4, самым доходным для «Доступного сервиса» от работы кузовного участка за 2016 год был месяц май. В таблице 1.2 представим распределение выполненных работ за месяц май по трудоемкости выполняемых операций.

Таблица 1.2 – Статистика кузовного участка за май 2016 года

Наименование работ	Кол-во автомобилей в месяц	Стоимость з/ч, млн.руб.	Стоимость выполненных работ, млн. руб.	Примечание
Замена стекол	23	1,27	0,48	-
Трудоемкость от 0 до 10 н.ч.	30	1,71	0,65	-
Трудоемкость от 10 до 20 н.ч.	21	2,99	1,13	Участие стапеля 2-3% (от общего количества н.ч.)
Трудоемкость от 20 до 30 н.ч.	8	0,83	0,31	Участие стапеля 4-6% (от общего количества н.ч.)
Трудоемкость от 30 до 40 н.ч.	8	1,80	0,68	Участие стапеля 7% (от общего количества н.ч.)
Трудоемкость от 40 до 50 н.ч.	3	0,89	0,33	Участие стапеля 8-9% (от общего количества н.ч.)
Трудоемкость более 50 н.ч.	1	0,43	0,16	Участие стапеля 10-12% (от общего количества н.ч.)

Из таблицы отчетливо видно, что при трудоемкости ремонта на кузовном участке предприятия «Доступный сервис» более 10 нормо-часов, в работах используется стапель в различном процентном соотношении. Соответственно, более чем в 80% ремонтных работ требуется его применение. Поэтому проблема совершенствования технологии работ на напольном стапеле очень актуальна на сегодняшний день на предприятии «Доступный сервис».

Таким образом в данной работе предлагается решить следующие задачи:

1. Выполнить технологический расчет исследуемого предприятия;
2. Усовершенствовать конструкцию стапеля;
3. Выбрать необходимое оборудование для кузовного участка.

2 Технологический расчет предприятия «Доступный сервис»

«Доступный сервис» является действующим на сегодняшний день предприятием, оно занимается техническим обслуживанием и ремонтом легковых автомобилей различных марок и моделей. Сейчас на данном предприятии работает 59 человек, площадь производственных помещений составляет около 2 200 м². Число заездов на рассматриваемую станцию технического обслуживания за 2016 год составило 3 883 штуки.

Далее проведем технологический расчет [1] предприятия «Доступный сервис» с целью подтверждения используемого проектного решения. В ходе выполнения расчета будут также использоваться источники [2] и [3].

2.1 Исходные данные

Исходными данными для расчета являются:

- число комплексно обслуживаемых автомобилей на станции технического обслуживания (СТОА) в год равно 3 883 и тип станции обслуживания универсальная;

- среднегодовой пробег обслуживаемых автомобилей равен 18 000 км;

- режим работы станции обслуживания равно 305 дней.

Так как «Доступный сервис» занимается обслуживанием автомобилей различных марок и моделей, то для расчета возьмем автомобиль Toyota Land Cruiser 200.

2.2 Расчет годового объема работ

Расчет ориентировочного числа рабочих постов

$$X_{\text{ориент}}^{\text{РП}} = \frac{N_{\text{СТО}}}{390 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4} \quad (2.1)$$

где $N_{\text{СТО}}$ – число комплексно обслуживаемых автомобилей – 3883 шт.;

k_2 – коэффициент, учитывающий класс обслуживаемых автомобилей на СТО – 0,85;

k_3 – коэффициент, учитывающий средний годовой пробег одного автомобиля – 0,56;

k_4 – коэффициент, учитывающий климатический район эксплуатации автомобилей – 0,83.

$$X_{\text{ориент}}^{\text{РП}} = \frac{3883}{390 \cdot 0,85 \cdot 0,56 \cdot 0,83} = 25,2 = 25 \text{ постов}$$

Годовой объем работ по ТО и ТР, чел. час:

$$T_{\text{ТО-ТР}} = \frac{N_{\text{СТО}} \cdot L_{\Gamma} \cdot t_{\text{ТО-ТР}}}{1000} \quad (2.2)$$

где L_{Γ} – среднегодовой пробег автомобиля;

t_{TO-TP} – трудоемкость работ по ТО и ТР, чел-час/1000км

$$t_{TO-TP} = t_H \cdot k_{PI} \cdot k_{KP} \quad (2.3)$$

где t_H – удельная трудоемкость для эталонных условий – 2,7;

k_{KP} – корректирующий коэффициент трудоемкость ТО и ТР в зависимости от климатических условий – 1,2;

k_{PI} – корректирующий коэффициент трудоемкость ТО и ТР в зависимости от числа постов – 0,9.

$$t_{TO-TP} = 2,7 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 2,916 \text{ чел} \cdot \frac{\text{ч}}{1000 \text{ км}}$$

$$T_{TO-TP} = \frac{3883 \cdot 18000 \cdot 2,916}{1000} = 203810,9 \text{ чел} \cdot \text{ч}$$

Годовой объем работ уборочно-моечных работ (УМР) определяется из числа заездов на станцию в год и средней трудоемкости работ:

$$T_{УМР} = N_{ЗУМР}^{ТО,ТР} \cdot t_{УМР} \quad (2.4)$$

где $N_{ЗУМР}^{ТО,ТР}$ – число заездов на УМР на СТОА за 1 год связанные с выполнением ТО и ТР;

$t_{УМР}$ – средняя трудоемкость УМР – 0,5 (ручной метод мойки).

$$N_{ЗУМР}^{ТО,ТР} = N_{СТО} \cdot d_{ТОТР} \quad (2.5)$$

где $d_{ТОТР}$ – число заездов автомобилей в течение года – 2.

$$N_{ЗУМР}^{ТО,ТР} = 3883 \cdot 2 = 7766$$

$$T_{УМР} = 7766 \cdot 0,5 = 3883 \text{ чел} \cdot \text{ч}$$

Число заездов на УМР в час:

$$N_{\text{ч}} = \frac{N_{ЗУМР}}{D_{\text{раб.год}} \cdot T_{\text{общ.УМР}}} \quad (2.6)$$

где $N_{ЗУМР}$ – число заездов автомобилей на УМР;

$D_{\text{раб.год}}$ – число дней работы в году участка УМР;

$T_{\text{общ.УМР}}$ – время работы участка УМР в день.

$$N_{\text{ч}} = \frac{7766}{305 \cdot 12} = 2,12 = 2 \text{ авт./час}$$

При полученном числе моек в час выбираем ручной способ мойки.
Годовой объем работ по приемке и выдаче автомобилей:

$$T_{ПВ} = N_{СТО} \cdot d_{ТО-ТР} \cdot t_{ПВ} \quad (2.7)$$

где $t_{ПВ}$ – средняя трудоемкость работ по приемке и выдаче автомобилей, средняя трудоемкость работ по приемке и выдаче автомобиля $t_{ПВ} = 0,25$

$$T_{ПВ} = 3883 \cdot 2 \cdot 0,25 = 1942 \text{ чел} \cdot \text{ч}$$

Для определения объема работ каждого участка полученный в результате расчета общегодовой объем работ по ТО и ТР распределяют по видам работ и месту их выполнения в соответствии с рекомендациями.

Таблица 2.1 – Распределение объема работ по видам и месту их выполнения на СТОА

Виды работ	Распределение объема работ ТО и ТР					
	По виду работ		По месту выполнения			
			Рабочие посты		Участки	
	%	Чел*ч	%	Чел*ч	%	Чел*ч
Диагностические	4	8152,4	100	8152,4	0	0
Техническое обслуживание в полном объеме	10	20381,1	100	20381,1	0	0
Смазочные работы	2	4076,2	100	4076,2	0	0
Регулировка углов управления колес	4	8152,4	100	8152,4	0	0
Ремонт и регулировка тормозов	3	6114,3	100	6114,3	0	0
Электротехнические работы	4	8152,4	80	6521,9	20	1630,5
Работы по системе питания	4	8152,4	70	5706,7	30	2445,7
Аккумуляторные работы	2	4076,2	10	407,6	90	3668,6
Шиномонтажные работы	1	2038,1	30	611,4	70	1426,7
Ремонт узлов, систем и агрегатов	8	16304,9	50	8152,4	50	8152,4
Кузовные и арматурные работы (жестяницкие, медницкие, сварочные)	28	57067,1	75	42800,3	25	14266,8
Окрасочные	20	40762,2	100	40762,2	0	0,0
Обойные работы	3	6114,3	50	3057,2	50	3057,2
Слесарно-механические работы	7	14266,8	0	0,0	100	14266,8
Итого	100	203810,9	-	154896,3	-	48914,6
Уборочно-моечные работы	100	3883	100	3883	0	0
Приемка и выдача	100	1942	100	1942	0	0
Всего	-	209635,9	-	160721,3	-	48914,6

2.3 Годовой объем вспомогательных работ

Кроме работ по ТО и ТР на станциях выполняются вспомогательные работы, объем которых равен 20-30% от общего годового объема работ по ТО и ТР. В состав вспомогательных работ входят работы по ремонту и обслуживанию

технологического оборудования, оснастки и инструмента, инженерного оборудования, сетей и коммуникаций, обслуживание компрессорного оборудования

$$T_{всп} = (0,2 \dots 0,3) \sum T_{ТО-ТР, УМР, приемка-выдача} \quad (2.8)$$

где $T_{ТО-ТР}$ – суммарный годовой объем работ по ТО и ТР, УМР и другим видам работ на СТОА

$$T_{всп} = 0,2 \cdot 209635,9 = 41927,2 \text{ чел} \cdot \text{ч}$$

Полученную трудоемкость распределяем по видам работ в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Распределение трудоемкости вспомогательных работ

Виды вспомогательных работ	Доля работы и соотношение численности вспомогательных рабочих по видам, %	$T_{всп}$, чел·ч
Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастки и инструмента	25	10481,8
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	20	8385,4
Прием, хранение и выдача материальных ценностей	20	8385,4
Перегон подвижного состава	10	4192,7
Обслуживание компрессорного оборудования	10	4192,7
Уборка производственных помещений	7	2934,9
Уборка территории	8	3354,2
Итого	100	41927,2

2.4 Расчет числа производственных рабочих

К производственным рабочим относятся рабочие участков, непосредственно выполняющие работы по ТО и ТР подвижного состава. Различают технологически необходимое и штатное число рабочих.

Технологически необходимое число рабочих:

$$P_T = \frac{T_{ТО-ТР}}{\Phi_T} \quad (2.9)$$

где $T_{ТО-ТР}$ – годовой объем работ по ТО и ТР или отдельному участку, чел·ч;
 Φ_T – годовой (номинальный) фонд времени технологически необходимого рабочего при односменной работе, ч.

Для целей проектирования при расчете технологически необходимого числа рабочих принимают годовой фонд времени Φ_T равным 2070 часов для

производств с нормальными условиями труда и 1830 часов для производств с вредными условиями труда.

$$P_{\text{ТТО}} = \frac{20381,1}{2070} = 6,4 \approx 6 \text{ чел}$$

Штатное число рабочих определяется по формуле

$$P_{\text{Ш}} = \frac{T_{\text{ТО-ТР}}}{\Phi_{\text{Ш}}} \quad (2.10)$$

где $T_{\text{ТО-ТР}}$ – годовой объем работ по ТО и ТР или отдельному участку, чел·ч;
 $\Phi_{\text{Ш}}$ – годовой (эффективный) фонд времени штатного рабочего, ч.

Годовой эффективный фонд времени $\Phi_{\text{Ш}}$ штатного рабочего 1820 часов для производств с нормальными условиями труда и 1610 часов для производств с вредными условиями труда.

$$R_{\text{Ш}} = \frac{20381,1}{1820} = 7,28 \approx 7 \text{ чел.}$$

Определение численности производственных рабочих по профессиям следует производить в соответствии с распределением трудоемкости ТО и ТР автомобилей по видам работ и месту их выполнения, приведенных в таблице 2.1. Результаты расчета численности производственных рабочих приведем в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Численность производственных рабочих

Виды работ ТО и ТР	Т _{ТО-ТР} , челч	Р _Т , чел					Р _Ш , чел	
		Расч	Прин.	В т.ч. по сменам			Расч.	Прин.
				1	2	3		
Постовые работы								
Диагностические	8152,4	2,56	3	2	1	0	2,91	3
ТО в полном объеме	20381,1	6,40	6	3	3	0	7,28	7
Смазочные работы	4076,2	1,28	1	1	0	0	1,46	1
Регулировка углов управления колес	8152,4	2,56	3	2	1	0	2,91	3
Ремонт и регулировка тормозов	6114,3	1,92	2	1	1	0	2,18	3
Электротехнические	6521,9	2,05	2	1	1	0	2,33	3
По приборам системы питания	5706,7	1,79	2	1	1	0	2,04	2
Аккумуляторные	407,6	0,13	0	0	0	0	0,15	0
Шиномонтажные	611,4	0,19	0	0	0	0	0,22	0
Ремонт узлов, систем и агрегатов	8152,4	2,56	3	2	1	0	2,91	3

Окончание таблицы 2.3

Виды работ ТО и ТР	Т _{ТО-ТР} , челч	Р _Т , чел					Р _Ш , чел	
		Расч	Прин.	В т.ч. по сменам			Расч.	Прин.
				1	2	3		
Кузовные и арматурные работы (жестянические, меднические, сварочные)	42800,3	13,44	13	7	6	0	15,29	15
Окрасочные	40762,2	12,80	13	7	6	0	14,56	15
Обойные	3057,2	0,96	1	1	0	0	1,09	1
Слесарно- механические	0	0,00	0	0	0	0	0,00	0
Итого ТО и ТР	154896	48,64	49,00	28,00	21,00	0,00	55,32	56
Уборочно-моечные работы	3883	1,22	1	1	0	0	1,39	1
Приемка и выдача	1942	0,61	1	1	0	0	0,69	1
Итого постовые	160721,3	50,47	51,00	30,00	21,00	0,00	57,40	58,00
Участковые работы								
Электротехнические	1630,5	0,51	1	1	0	0	0,58	1
По приборам системы питания	2445,7	0,77	1	1	0	0	0,87	1
Аккумуляторные	3668,6	1,15	1	1	0	0	1,31	1
Шиномонтажные	1426,7	0,45	1	1	0	0	0,51	1
Ремонт узлов, систем и агрегатов	8152,4	2,56	3	2	1	0	2,91	3
Кузовные и арматурные работы (жестянические, меднические, сварочные)	14266,8	4,48	5	3	2	0	5,10	5
Обойные	3057,2	0,96	1	1	0	0	1,09	1
Слесарно- механические	14266,8	4,48	5	3	2	0	5,10	5
Итого участковые	48914,6	15,36	18,00	13,00	5,00	0,00	17,47	18,00
Общая численность рабочих	209635,9	65,83	69,00	43,00	26,00	0,00	74,87	76,00

Расчет числа вспомогательных рабочих определяется по формуле

$$P_{\text{вс}} = \frac{T_{\text{всп}}}{F_{\text{м}}} \quad (2.11)$$

где $T_{\text{всп}}$ – годовой объем вспомогательных работ, чел·ч.;

$F_{\text{Г}}$ – годовой фонд времени технологически необходимого рабочего, ч.

$$P_{\text{вс}} = \frac{41927,2}{2070} = 13,365 \approx 13 \text{ чел.}$$

2.5 Расчет числа постов и автомобиле-мест

Для каждого вида работ ТО и ТР (уборочно-моечных, работ ТО, диагностирования, разборочно-сборочных и регулировочных ТР, кузовных) число рабочих постов рассчитывается

$$X = \frac{T_{\Pi} \cdot \varphi}{\Phi_{\Pi} \cdot P_{\text{ср}}} \quad (2.12)$$

где T_{Π} – годовой объем постовых работ,

φ – коэффициент неравномерности загрузки постов равен $\varphi = 1,125$;

$P_{\text{ср}}$ – среднее число рабочих, одновременно работающих на посту: для ТО – 2 человека,

Φ_{Π} – годовой фонд рабочего времени,

$$\Phi_{\Pi} = D_{\text{раб.ч}} \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta \quad (2.13)$$

где $D_{\text{РАБ.Г.}}$ – число рабочих дней в году;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, $T_{\text{см}} = 12$ [ч.];

C – количество смен $C=1$;

η – коэффициент использования рабочего времени поста, учитывающий потери рабочего времени, связанные с уходом исполнителей с поста на другие участки, склады, вынужденные простои автомобилей в ожидании ремонтируемых на других участках деталей, $\eta = 0,9$.

Годовой фонд времени рабочего поста:

$$\Phi_{\Pi} = 305 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 0,9 = 3294 \text{ часа}$$

ТО в полном объеме:

$$X = \frac{20381,1 \cdot 1,125}{3294 \cdot 2} = 3,08 \approx 3 \text{ поста}$$

Расчеты остальных постов представлены в таблице 2.4.

Число постов для выполнения окрасочных работ рассчитывается по формуле:

$$X_{\text{окр}} = \frac{N_{\text{ЗОКР}}^{\text{год}}}{N_{\text{1ОСК}}} \quad (2.14)$$

где $N_{\text{ЗОКР}}^{\text{год}}$ – число заездов автомобиля на участок окраски в год;

$N_{\text{1ОСК}}$ – число заездов автомобилей на одну окрасочную камеру в год (пропускная способность)

$$N_{30\text{КР}}^{\text{год}} = 0,15 \cdot N_{\text{СТОА}}$$

$$N_{30\text{КР}}^{\text{год}} = 0,15 \cdot 3883 = 583$$

$$N_{10\text{СК}} = \frac{\Phi_{\text{П}}^{\text{ОКР}}}{T_{\text{ОКР}}} \quad (2.15)$$

$$N_{10\text{СК}} = \frac{3294}{12} = 275$$

$$X_{\text{окр}} = \frac{583}{275} = 2,12 \approx 2 \text{ пост}$$

Таблица 2.4 – Количество необходимых рабочих постов по видам работ

Вид работ	T _п , чел.ч	Ф _п , ч.	P _{ср} , чел.	X _{расч}	X _{прин.}
Диагностические	8152,4	4392	2	1,04	1
Техническое обслуживание в полном объеме	20381,1	4392	2	3,08	3
Смазочные работы	4076,2	4392	2	0,52	1
Регулировка углов управления колес	8152,4	4392	2	1,04	1
Ремонт и регулировка тормозов	6114,3	4392	2	0,78	1
Электротехнические работы	6521,9	4392	2	0,84	1
Аккумуляторные работы	5706,7	4392	2	0,73	1
Работы по системе питания	407,6	4392	2	0,05	На пост ТО
Шиномонтажные работы	611,4	4392	2	0,08	
Ремонт узлов, систем и агрегатов	8152,4	4392	2	1,04	1
Кузовные и арматурные работы (жестяницкие, медницкие, сварочные)	42800,3	4392	1,5	7,31	7
Окрасочные	40762,2	4392	1,5	2,12	2
Обойные работы	3057,2	4392	1	0,78	1
Итого ТО и ТР	154896	-	-	17,90	20
Уборочно-моечные работы	3883	4392	1	0,99	1
Всего рабочих постов	-	-	-	18,89	21,00

Общее число вспомогательных постов

$$X_{\text{Общ.всп.}} = (0,25 - 0,5) \cdot X_{\text{РП}} \quad (2.16)$$

$$X_{\text{Общ.всп.}} = 0,3 \cdot 21 = 6 \text{ постов}$$

Из них: 3 поста перед окрасочным постом; 2 поста перед кузовными работами; 1 пост перед ТО.

Число постов на участке приемки автомобилей определяется зависимости от числа заездов автомобилей на СТОА и времени приемки

$$X_{\text{ПР}} = \frac{N_{\text{СТО}} \cdot d_{\text{ТО-ТР}} \cdot \varphi}{D_{\text{раб.г}} \cdot T_{\text{ПР}} \cdot A_{\text{ПР}}} \quad (2.17)$$

где $N_{\text{СТО}}$ – число комплексно обслуживаемых,
 $D_{\text{раб.г}}$ – число дней работы в году СТО;
 φ – коэффициент неравномерности поступления автомобилей, $\varphi = 1,1$;
 $T_{\text{ПР}}$ – суточная продолжительность работы участка приемки автомобилей,
 $T_{\text{ПР}} = 12$ часов;
 $A_{\text{ПР}}$ – пропускная способность поста приемки, $A_{\text{ПР}} = 3$ авто/ч.

$$X_{\text{ПР}} = \frac{3883 \cdot 2 \cdot 1,1}{305 \cdot 12 \cdot 3} = 0,77 \approx 1 \text{ пост}$$

Для расчета числа постов выдачи автомобилей условно можно принять, что ежедневное число выдаваемых автомобилей равно числу заездов автомобилей на станцию.

$$X_{\text{Выд}} = \frac{3883 \cdot 2 \cdot 1,1}{305 \cdot 12 \cdot 3} = 0,77 \approx 1 \text{ пост}$$

Число автомобиле-мест ожидания:

$$X_{\text{Ожид}} = 0,5 \cdot X_{\text{РП}} \quad (2.18)$$

где – $X_{\text{РП}}$ число рабочих постов на СТОА.

$$X_{\text{Ожид}} = 0,5 \cdot 21 = 11 \text{ постов}$$

Автомобиле-места хранения предусматриваются для готовых к выдаче автомобилей и автомобилей, принятых в ТО и ТР. Общее число автомобиле-мест хранения:

$$X_{\text{хран}} = (4 - 5) \cdot X_{\text{РП}} \quad (2.19)$$

$$X_{\text{хран}} = 4,5 \cdot 21 = 95 \text{ постов}$$

Число автомобиле-мест хранения готовых к выдаче автомобиля

$$X_{\text{Г}} = \frac{N_{\text{С}} \cdot T_{\text{ПР}}}{T_{\text{В}}} \quad (2.20)$$

где $T_{\text{В}}$ – продолжительность работы участка выдачи автомобилей в сутки,
 $T_{\text{В}} = 12$ ч;

$T_{\text{ПР}}$ – среднее время пребывания автомобиля на СТО после его обслуживания до выдачи владельцу, $T_{\text{ПР}} = 4$ ч;

N_c – суточное число заездов автомобилей для выполнения ТО и Р.

$$N_c = \frac{N_{\text{СТО}} \cdot d}{D_{\text{раб.г.}}} \quad (2.21)$$

$$N_c = \frac{3883 \cdot 2}{305} = 25$$

$$X_{\Gamma} = \frac{25 \cdot 4}{12} = 8 \text{ постов}$$

Число автомобиле-мест клиентуры и персонала

$$X_{\text{КЛ.ПЕР.}} = 2 \cdot X_{\text{РП}} \quad (2.22)$$

$$X_{\text{КЛ.ПЕР.}} = 2 \cdot 21 = 42 \text{ поста}$$

2.6 Расчет площадей производственных помещений

Площадь постовых участков (рабочих, приемки-выдачи и т.д)

$$F = f_a \cdot X \cdot K_{\Pi} \quad (2.23)$$

где f_a – площадь, занимаемая автомобилем в плане, м^2 (по габаритным размерам);

X – общее число постов (общие и вспомогательный),

K_{Π} – коэффициент плотности расстановки постов, K_{Π} при двухстороннем расположении, $K_{\Pi} = 4-5$

$$f_a = 4,96 \cdot 1,97 = 9,77 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{пост}} = 9,77 \cdot 27 \cdot 5 = 1318,9 \text{ м}^2$$

И еще два поста для Окрасочных работ, который рассчитывается по размерам окрасочной камеры (фирма Kremit КСЗ, страна Италия, размеры 7000x5300x3500 мм) для легковых автомобилей.

$$F_{\text{окр}} = (7,0 \cdot 5,3) \cdot 4 \cdot 2 = 296,8 \text{ м}^2$$

Таблица 2.5 – Распределение по помещениям

Наименование участка	Вид работ	$X_{\text{прин.}}$	Площадь, м^2
Участок ТО и ТР	Диагностические	1	48,85
	ТО в полном объеме	3	146,55
	Вспомогательный к ТО	1	48,85

Окончание таблицы 2.5

Наименование участка	Вид работ	X _{прин.}	Площадь, м ²
Участок ТО и ТР	Смазочные работы	1	48,85
	Регулировка углов управления колес	1	48,85
	Ремонт и регулировка тормозов	1	48,85
	Ремонт узлов, систем и агрегатов	1	48,85
	Электротехнические работы	1	48,85
	Аккумуляторные	1	48,85
Кузовной участок	Кузовные и арматурные работы (жестяники, медники, сварочные)	7	341,95
	Обойные работы	1	48,85
	Вспомогательный к кузовному	2	97,7
Окрасочный участок	Окрасочные	2	296,8
	Вспомогательные к окрасочному	3	146,55
Участок мойки	Уборочно-моечные работы	1	48,85
Участок приемки и выдачи	Приемка-выдача	2	97,7
Всего постов		29	1615,8

2.7 Расчет площади производственных участков

Удельную площадь определяют по числу работающих на участках.

$$F_y = f_1 + f_2 (P_T^{yч} - 1) \quad (2.24)$$

где f_1 – площадь на одного работающего;
 f_2 – площадь на каждого последующего работающего
 $P_T^{yч}$ – число необходимых технологических рабочих на участке

Таблица 2.6 – Удельные площади производственных участков

Наименование участка	f ₁ , м ²	f ₂ , м ²	P _T ^{уч}	F _{уч} , м ²
Агрегатный	18	11	2	18
Слесарно-механический	14	10	4	44
Электротехнический	12	7	1	12
Ремонт приборов систем питания	11	6	1	11
Аккумуляторные	17	12	1	17
Шиномонтажный	12	9	1	12
Сварочный, арматурный, жестяницкий	12	8	4	36
Обойный	14	4	1	14
Итого	-	-	-	164

2.8 Расчет площадей складов

Для городских СТОА площади складских помещений определяются по удельной площади склада на каждые 1000 комплексно обслуживаемых автомобилей

$$F_{\text{скл}} = \frac{f_{\text{уд}} \cdot N_{\text{СТО}}}{1000} \quad (2.25)$$

где $f_{\text{уд}}$ – удельная площадь склада на каждую 1000 комплексно обслуживаемых автомобилей.

Таблица 2.7 – Площади складских помещений

Наименование запасных частей и материалов	$f_{\text{уд}}$ м ²	$F_{\text{скл}}$ м ²
Запасные части	32	124,3
Агрегаты и узлы	12	46,6
Эксплуатационные материалы	6	23,3
Склад шин	8	31,06
Лакокрасочные материалы	4	15,53
Смазочные материалы	6	23,3
Кислород и углекислый газ	4	15,53
Итого		279,6

Площадь кладовой для хранения агрегатов и автопринадлежностей, снятых с автомобилей на время выполнения работ на СТОА, следует принимать из расчета 1,6 м² на один рабочий пост по ремонту агрегатов, кузовных и окрасочных работ

$$F_{\text{КЛАД}} = 1,6 \cdot X_{\text{РП}}^{\text{агрегат, кузовн, окрас}} \quad (2.26)$$

$$F_{\text{КЛАД}} = 1,6 \cdot 9 = 14,4 \text{ м}^2$$

Площадь для хранения мелких частей, инструмента и автокосметики, предназначенных для продажи на СТОА

$$F_{\text{хран зч}} = 0,1 \cdot F_{\text{СКЛЗЧ}} \quad (2.27)$$

$$F_{\text{хран зч}} = 0,1 \cdot 279,6 = 27,96 \text{ м}^2$$

Расчет площадей технических помещений

$$F_{\text{ТЕХН.ПОМ}} = (0,1 - 0,14) \cdot \sum F_{\text{ПР.КОР}} \quad (2.28)$$

где $F_{\text{ПР.КОР}}$ – производственные помещения и корпуса.

$$F_{\text{ПР.КОР}} = F_{\text{ТО-ТР}} + \sum F_{\text{СКЛ}} + F_{\text{КЛАД}} + F_{\text{ХРАН.МЗЧ}} + \sum F_{\text{УП}} \quad (2.29)$$

$$F_{\text{ПР.КОР.}} = 1615,8 + 279,6 + 14,4 + 27,96 + 164 = 2101,8 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ТЕХ.ПОМ.}} = 0,1 \cdot 2101,8 = 21,018 \text{ м}^2$$

Расчет площадей административно-бытовых помещений

$$F_{\text{АДМ.БЫТ.}} = (6 - 8) \cdot P_{\text{ИТР}} + (2 - 4) \cdot (P_{\text{ИТР}} + \sum P_{\text{Т}} + P_{\text{всп}}) \quad (2.30)$$

где $P_{\text{ИТР}}$ – число инженерно-технических рабочих;

$\sum P_{\text{Т}}$ – сумма технологически необходимых рабочих;

$P_{\text{всп}}$ – число вспомогательных рабочих.

$$F_{\text{АДМ.БЫТ.}} = 7 \cdot 18 + 3 \cdot (18 + 76 + 13) = 447 \text{ м}^2$$

Помещение для клиентов

$$F_{\text{ПОМ.КЛИЕНТОВ}} = 8 \cdot X_{\text{РП}} \quad (2.31)$$

$$F_{\text{ПОМ.КЛИЕНТОВ}} = 8 \cdot 21 = 168 \text{ м}^2$$

Таблица 2.8 – Общая площадь помещения

Наименования помещений	Площадь, м ²
Постовые участки	1615,8
Производственные участки	164
Складские помещения	279,36
Технические помещения	21,018
Торговые и административно-бытовые помещения	615
Итого	2695,2

Расчет площадей и зон хранения (стоянок) автомобилей

$$F_{\text{Х}} = f_{\text{а}} \cdot A_{\text{СТ}} \cdot K_{\text{П}} \quad (2.32)$$

где $A_{\text{СТ}}$ – число автомобиле- мест хранения,

$K_{\text{П}}$ – коэффициент плотности расстановки автомобилей $K_{\text{П}}=2,5-3$

$$F_{\text{Г}} = 9,77 \cdot 8 \cdot 3 = 234,5 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{КЛ.ПЕРС}} = 9,77 \cdot 42 \cdot 3 = 1231,2 \text{ м}^2$$

Расчет площадей генерального плана

$$F_{\text{ГЕН.ПЛАН}} = \frac{100(F_{\text{ЗПС}} + F_{\text{ЗАБ}} + F_{\text{ОП}})}{K_{\text{З}}} \quad (2.33)$$

где $F_{зпс}$ – площадь застройки производственно-складскими помещениями;
 $F_{зав}$ – площадь застройки административно бытовыми помещениями
 $F_{оп}$ – площадь застройки открытых площадок для хранения автомобилей
 K_3 – коэффициент застройки. $K_3 = 30$ для данных до 25 рабочих постов

$$F_{ген.план} = \frac{100 \cdot ((2080,2) + (615) + (234,5 + 1231,2))}{30} = 13869,7 \text{ м}^2$$

В таблице 2.9 представим сравнительную информацию между расчетными значениями и реальными показателями предприятия «Доступный сервис».

Таблица 2.9 – Сравнительная характеристика

Наименования показателя	«Доступный Сервис»	Расчетные значения
1. Численность рабочего персонала, чел.	59	76
2. Количество рабочих постов предприятия, шт.	32	29
3. Площадь помещения, м ²	2200	2695,2
4. Площадь кузовного участка, м ²	309,6	488,5
5. Количество постов кузовного участка, шт.	7	9

Из таблицы 2.9 видно, что фактические показатели предприятия «Доступный сервис» уступают расчетным значениям, выполненным по методике, представленной в источнике [1]. Единственным показателем, который превосходит расчетное значение, является количество рабочих постов.

Далее произведем расчет ресурсов для кузовного участка предприятия «Доступный сервис».

2.9 Расчет ресурсов

2.9.1 Расчет минимальной мощности отопительной системы

Минимальная необходимая мощность отопительной системы определяется по формуле:

$$Q_T = V \cdot \Delta T \cdot K / 860 \quad (2.34)$$

где Q_T – тепловая нагрузка на помещение;
 V – объем, обогреваемого помещения, м³;
 ΔT – разница между температурой воздуха вне помещения и необходимой температурой внутри помещения;
 K – коэффициент тепловых потерь.

$$Q_{\text{т}} = \frac{(309,6 \cdot 3,6) \cdot 58 \cdot 1,5}{860} = 112,8 \text{ кВт/час}$$

2.9.2 Потребность в технологической электроэнергии

Потребность в технологической электроэнергии, т.е. электроэнергии для работы технологического оборудования определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = K_{\text{с}} \cdot \left(\sum N_{\text{об } i} \cdot P_{\text{об } i} \cdot \Phi_{\text{об } i} \cdot \frac{K_{\text{з } i}}{\eta_{\text{с}} \cdot \eta_{\text{об } i}} \right) \quad (2.35)$$

где $P_{\text{об}}$ – годовой расход электроэнергии оборудования, (кВт/час);

$K_{\text{с}}$ – коэффициент одновременности включения оборудования, величина которого определяется как отношение значения одновременно работающего оборудования к общему количеству оборудования;

$N_{\text{об } i}$ – количество i -го оборудования (ед.);

$P_{\text{об } i}$ – мощность i -го оборудования (кВт);

$\Phi_{\text{об } i}$ – действительный годовой фонд работы i -го оборудования (час);

$K_{\text{з } i}$ – коэффициент способа загрузки i -го оборудования;

$\eta_{\text{с}}$ – КПД сети, определяемый как отношением полезно использованной энергии к суммарному количеству энергии, проходящей через сеть, $\eta_{\text{с}} = 0,95$;

$\eta_{\text{об } i}$ – электрический КПД i -го оборудования, определяемый как отношение полезной мощности к полной мощности электрического оборудования, $\eta_{\text{об } i} = 0,8 - 0,97$.

Действительный годовой фонд работы i -го оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{об}} = D_{\text{раб.г}} \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_{\text{м}} \quad (2.36)$$

где $\Phi_{\text{об}}$ – годовой фонд времени рабочего поста с соответствующим оборудованием, час;

$D_{\text{раб.г}}$ – количество рабочих дней в году;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены;

C – количество смен;

$\eta_{\text{м}}$ – коэффициент использования времени рабочего поста.

$$\Phi_{\text{об}} = 305 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 0,9 = 3294 \text{ час}$$

$$P_{\text{об}} = 0,5 \cdot ((60 + 5,5 + 3,5 + 6,5) \cdot 3294 \cdot \frac{0,5}{0,95 \cdot 0,9}) = 72718 \text{ кВт/год}$$

2.9.3 Годовой расход электроэнергии для освещения

Годовой расход электроэнергии для освещения по формуле:

$$P_{OC} = N_c \cdot P_c \cdot T_r \cdot K_c / \eta_c \quad (2.37)$$

где P_{OC} – годовой расход электроэнергии на освещение (кВт/час);
 N_c – количество светильников;
 P_c – мощность одного светильника;
 T_r – число часов осветительной нагрузки в год;
 K_c – коэффициент одновременности включения светильников, величина которого определяется как отношение значения одновременно работающих светильников к общему количеству светильников;
 η_c – КПД сети.

Количество светильников, определяется по формуле:

$$N_c = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot n_l \cdot \eta_{cn}} \quad (2.38)$$

где E – минимальная освещенность;
 K_3 – коэффициент запаса для светильников;
 S – площадь участка;
 Z – коэффициент неравномерности освещенности;
 Φ – световой поток одной лампы;
 n_l – число ламп в светильнике;
 η_{cn} – коэффициент использования светового потока.

$$N_c = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 309,6 \cdot 1,1}{4750 \cdot 2 \cdot 0,8} = 13,44 \approx 14 \text{ штук}$$

$$P_{OC} = 14 \cdot 0,108 \cdot 3294 \cdot \frac{0,95}{0,85} = 5566,5 \text{ кВт/год}$$

В данном разделе был проведен технологический расчет предприятия «Доступный сервис», согласно количества обслуживаний за 2016 год, любезно представленным руководящим составом. В ходе расчета было получены данные о количестве необходимой численности персонала, численность рабочих постов и площадь производственных, административных и складских помещений. А также были расчеты необходимые ресурсы для работы кузовного участка предприятия «Доступный сервис».

3 Совершенствование технологии кузовного ремонта на предприятии «Доступный сервис»

В ходе анализа работы кузовного участка предприятия «Доступный сервис» было определено, что за 2016 год было отремонтировано 2 автомобиля после дорожно-транспортного происшествия с повреждениями рамы. В основном это связано с тем, что на сегодняшний день на предприятии «Доступный сервис» нет специализированного оборудования для ремонта рам на участке кузовного ремонта.

На рисунке 3.1 представим распределение информации о заявках по ремонтам рам легковых автомобилей на предприятии «Доступный сервис».



Рисунок 3.1 – Статистика обращений с ремонтами рам

Как видно из рисунка 3.1, за 2016 год около 28 потенциальным клиентам было отказано в ремонте их автомобилей, по причине «рамной конструкции автомобиля».

Отсюда вытекает острая необходимость в совершенствовании технологического процесса выполнения работ на стапеле кузовного участка предприятия «Доступный сервис», путем совершенствования конструкции стапеля для выполнения работ по ремонту рам легковых автомобилей.

3.1 Характеристика используемого стапеля на предприятии [4]

В ходе выполнения первого раздела выпускной квалификационной работы было определено, что на сегодняшний день на предприятии «Доступный сервис» полностью исключена возможность осуществления технологического процесса ремонта рам у легковых автомобилей. А с теми автомобилями, которые по каким-либо причинам принимаются в ремонт, технические воздействия по восстановлению геометрических размеров рам производят на сторонних предприятиях, с которыми заключено соглашение о данном сотрудничестве.

Данная ситуация отрицательно влияет на прибыльность предприятия, и соответственно, встает на первый план. Решение данной проблемы может быть достигнуто за счет внедрения в конструкцию уже имеющегося на предприятии напольного стапеля, специальных приспособлений для закрепления рамных автомобилей.

На сегодняшний день на предприятии «Доступный сервис» в кузовном цеху применяется напольный стапель фирмы BlackHawk STL3000C на два рабочих поста. Внешний вид напольного стапеля [4] представлен на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Внешний вид стапеля фирмы BlackHawk STL3000C

Основными элементами напольного стапеля BlackHawk STL3000C, применяемого на предприятии, являются:

- рама стапеля (монтируется в пол кузовного цеха, габаритные размеры 7115х6522 мм);
- стойка силового устройства (в комплект входит гидроцилиндр, направляющие блоки цепей, усилие 10 т., общее количество 2 шт.);
- стойки с захватами (для крепления кузовов автомобилей, в комплекте 8 шт.);
- подъемник (в комплекте 1 шт. (на одном посту), для малой высоты подъема 800 мм, электрогидравлический, грузоподъемность 3 т.);
- набор специальных приспособлений и инструмента для крепежа кузовов автомобилей на стенде, крепежа стойки силового устройства к деформированным частям автомобиля.

Оборудование фирмы BlackHawk очень распространено в области кузовного ремонта на предприятиях Российской Федерации, за счет своего высокого качества рабочих элементов, максимальной приспособленности к выполнению кузовных работ и высокого функционала.

Как видно из рисунка 3.2 на сегодняшний день данное оборудование предприятия «Доступный сервис» не приспособлено к выполнению работ по ремонту рамных автомобилей.

3.2 Технологический процесс ремонта рам на предприятии «Доступный сервис»

Так как за 2016 год было выполнено два ремонта легковых автомобилей с повреждениями рамы в результате дорожно-транспортного происшествия, то в таблице 3.1 представим реальный технологический процесс по кузовному ремонту автомобиля Land Cruiser 200. За основу возьмем столкновение данного автомобиля с препятствием, результаты которого представлены на рисунке 3.3. На данном автомобиле при ударе в левую переднюю часть была повреждена рама с левой стороны, соответственно потребуется восстановить геометрические параметры рамы автомобиля.

При ремонте почти все поврежденные элементы заменяются на новые, кузов (левая передняя часть) и рама ремонтируются.



Рисунок 3.3 – Повреждения автомобиля Land Cruiser 200

В таблице 3.1 представим информацию только о выполнении кузовных работ на предприятии «Доступный сервис» без проведения малярных, подготовительных и окрасочных работ.

Таблица 3.1 – Технологическая карта кузовного ремонта на сегодняшний день

Наименование операции	Трудоемкость, час.	Необходимое оборудование
1. Установить автомобиль на пост разборочно-сборочных работ	0,03	Подъемник

Окончание таблицы 3.1

Наименование операции	Трудоемкость, час.	Необходимое оборудование
2. Снять поврежденные элементы автомобиля	-	-
снять передний бампер	0,4	Набор слесарного инструмента, специальные съемники
снять левое крыло	0,2	
снять фару левую переднюю	0,15	
снять капот	0,2	
снять сопутствующие ремонту детали	1,2	
3. Отсоединить кузов от рамы, снять навесные агрегаты	19	Набор слесарного инструмента, специальные съемники, тележка для рамы, упоры для кузова
4. Отремонтировать раму	10	Выполнение работ происходит на другом специализированном предприятии
5. Установить кузов на тележку, транспортировать на кузовной участок, установить кузов на стапель, настроить стапель	1,4	Тележка для кузова, стапель (упоры для кузова), подъемник
6. Отремонтировать кузов автомобиля, устранить перекос передней части	3	Стапель, силовая стойка, упоры для кузова
7. Демонтировать кузов со стапеля, транспортировать на пост разборочно-сборочных работ	1,4	Тележка для кузова, стапель (упоры для кузова), подъемник
8. Соединить кузов и раму автомобиля	19	Набор слесарного инструмента, специальные съемники, тележка для рамы, упоры для кузова
9. Установить новые элементы автомобиля	-	-
установить сопутствующие ремонту детали	1,2	Набор слесарного инструмента, специальные съемники
установить левое крыло	0,2	
установить фару левую переднюю	0,15	
установить капот	0,2	
установить передний бампер	0,4	
10. Отрегулировать фары	0,2	Устройство для регулировки фар
11. Убрать автомобиль с поста разборочно-сборочных работ	0,03	Подъемник
Итого	58,36	-

Общая трудоемкость выполнения кузовного ремонта автомобиля Land Cruiser 200 составила 58,36 часа.

Недостатками технологического кузовного ремонта автомобилей (с рамами) являются:

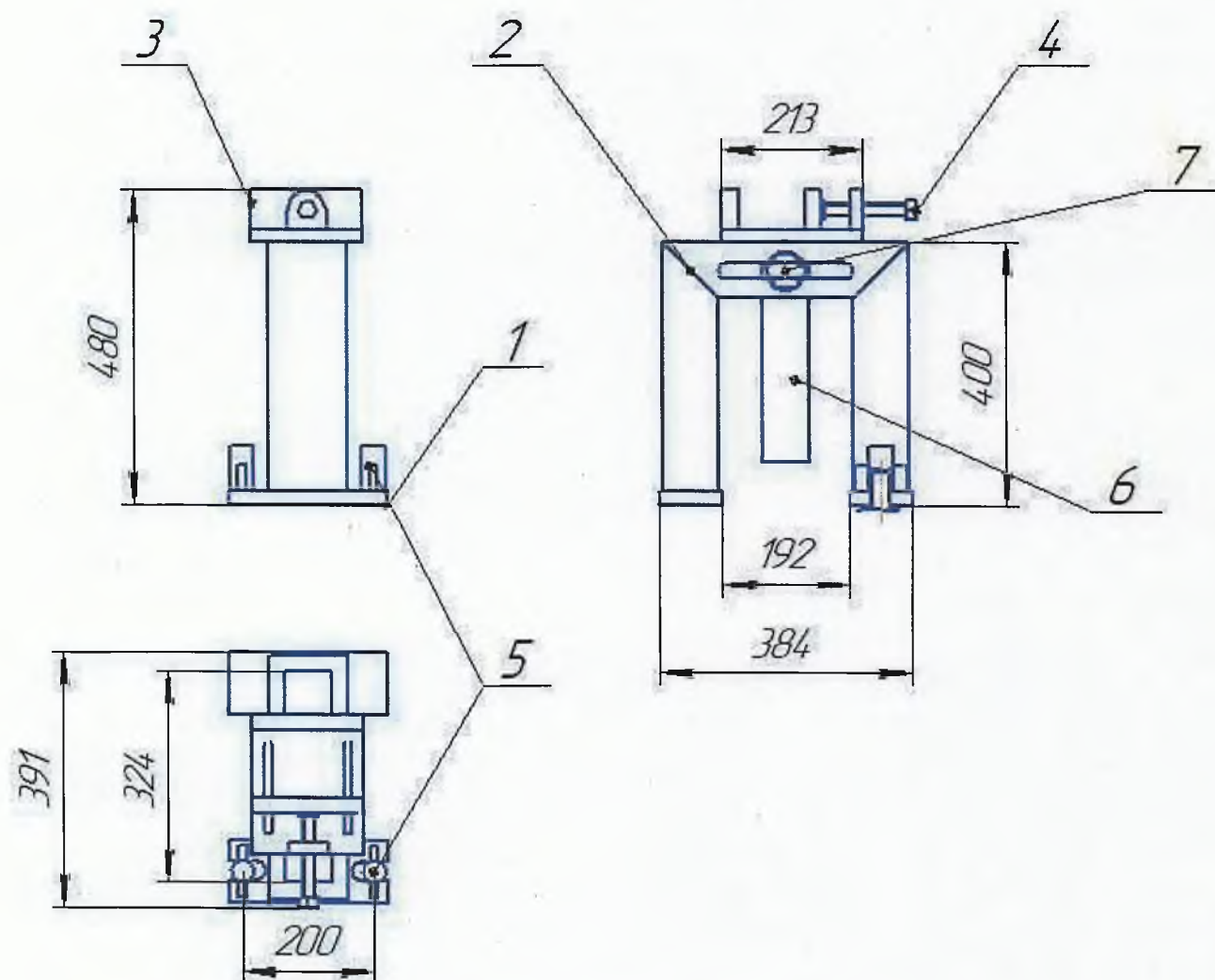
- отсутствие на используемом стапеле приспособлений для ремонта рам, что приводит к необходимости использования сторонних специализированных предприятий для выполнения ремонта рам.

3.3 Совершенствование технологии кузовного ремонта на предприятии «Доступный сервис»

Совершенствование технологии кузовного ремонта на предприятии «Доступный сервис» будет достигнуто за счет:

- внедрения комплекта специализированных опорных стоек с захватами для ремонта рам легковых автомобилей, которые будут использованы на имеющемся стапеле BlackHawk STL3000C.

Внешний вид и устройство опорных стоек представим на рисунке 3.4.



1- основание; 2 – вертикальные опоры; 3 – зажимная площадка; 4 – нажимной болт; 5 – крышка зажимной опоры; 6 – выдвижная часть площадки; 7 – фиксирующий болт

Рисунок 3.4 – Внешний вид опоры с фиксатором для рам легковых автомобилей для напольного стапеля BlackHawk

Далее в таблице 3.2 представим усовершенствованную технологию кузовного ремонта автомобиля Land Cruiser 200.

Таблица 3.2 – Технологическая карта кузовного ремонта (новая)

Наименование операции	Трудоем- кость, час.	Необходимое оборудование
1. Установить автомобиль на пост разборочно-сборочных работ	0,03	Подъемник
2. Снять поврежденные элементы автомобиля	-	-
снять передний бампер	0,4	Набор слесарного инструмента, специальные съемники
снять левое крыло	0,2	
снять фару левую переднюю	0,15	
снять капот	0,2	
снять сопутствующие ремонту детали	1,2	
3. Отсоединить кузов от рамы, снять навесные агрегаты	19	Набор слесарного инструмента, специальные съемники, тележка для рамы, упоры для кузова
4. Транспортировать раму на стапель, закрепить раму на стапеле	1,2	тележка для рамы, упоры для рамы
5. Отремонтировать раму	5	Стапель, силовая стойка, упоры для рамы
6. Демонтировать раму со стапеля	0,5	Стапель, тележка для рамы
7. Установить кузов на тележку, установить кузов на стапель, настроить стапель	1,0	Тележка для кузова, стапель (упоры для кузова), подъемник
8. Отремонтировать кузов автомобиля, устранить перекос передней части	3	Стапель, силовая стойка, упоры для кузова
9. Демонтировать кузов со стапеля, транспортировать на пост разборочно-сборочных работ	1,0	Тележка для кузова, стапель (упоры для кузова), подъемник
10. Транспортировать раму на пост разборочно-сборочных работ	0,7	Тележка для рамы, подъемник
11. Соединить кузов и раму автомобиля	19	Набор слесарного инструмента, специальные съемники, тележка для рамы, упоры для кузова
12. Установить новые элементы автомобиля	-	-
установить сопутствующие ремонту детали	1,2	Набор слесарного инструмента, специальные съемники
установить левое крыло	0,2	
установить фару левую переднюю	0,15	
установить капот	0,2	
установить передний бампер	0,4	
13. Отрегулировать фары	0,2	Устройство для регулировки фар
14. Убрать автомобиль с поста разборочно-сборочных работ	0,03	Подъемник
Итого	54.96	-

Общая трудоемкость выполнения кузовного ремонта Land Cruiser 200 по усовершенствованной технологии автомобиля составила 54,96 часа.

В ходе совершенствования технологии кузовного ремонта легковых автомобилей на предприятии «Доступный сервис» было получено снижение трудоемкости процесса на 3,4 часа (для рассматриваемого варианта). Это было достигнуто за счет внедрения специальных приспособлений для ремонта рам автомобилей.

Внедрение специальных приспособлений для ремонта рам на используемом стапеле BlackHawk STL3000C позволит предприятию «Доступный сервис» привлечь новых клиентов, что благоприятно скажется на увеличении дохода предприятия.

3.4 Экономическая эффективность и целесообразность совершенствования технологии кузовных работ на предприятии «Доступный сервис»

Стоимость совершенствования технологии кузовных работ на напольном стапеле предприятия «Доступный сервис» путем покупки и внедрения комплекта опор для фиксации рамных легковых автомобилей будет равна

$$C_{\text{совер.}} = C_{\text{изд.}} + C_{\text{достав. в Кр.}} + C_{\text{д. по КР}} + C_{\text{обуч.}} \quad (3.1)$$

где $C_{\text{изд.}}$ – стоимость покупки, в руб.;

$C_{\text{достав. в Кр.}}$ – стоимость доставки в Красноярск, руб.;

$C_{\text{д. по КР}}$ – стоимость доставки по городу Красноярск, руб.;

$C_{\text{обуч.}}$ – стоимость обучения персонала, для работы с новой опорой, руб.

$$C_{\text{совер.}} = 144300 + 4250 + 450 + 200 = 149200 \text{ рублей}$$

За счет внедрения данного комплекта опор планируется увеличить прибыль предприятия за счет нескольких статей:

– за счет привлечения новых клиентов для кузовного ремонта рамных автомобилей;

– за счет уменьшения трудоемкости технологического процесса ремонта рам, который существовал на сегодняшний день на предприятии доступный сервис.

Согласно результатов таблицы 3.1 и 3.2 видно, что при внедрении рассматриваемых устройств, трудоемкость процесса снижается на 3,4 часа. Тогда доход от рассмотренного ремонта составит:

$$D_{\text{внедр}} = T_i \cdot C_{\text{нч}} \quad (3.2)$$

где T_i – сэкономленная трудоемкость процесса;

$C_{\text{нч}}$ – стоимость нормо-часа, для кузовных работ.

$$D_{\text{внедр}} = 3,4 \cdot 1000 = 3400 \text{ рублей}$$

Исходя из приблизительных данных, наценка предприятия «Доступный сервис» на кузовные работы составляет 38%. Прибыль от внедрения комплекта опор составит

$$П = 0,38 \cdot D_{\text{внедр}} \quad (3.3)$$

$$П = 0,38 \cdot 3400 = 1292 \text{ рубля}$$

Рассчитаем чистую прибыль

$$П_{\text{ч}} = П_{\text{г}} - 0,2 \cdot П_{\text{г}}, \quad (3.4)$$

где 0,2 – налог на прибыль.

$$П_{\text{ч}} = 1292 - 0,2 \cdot 1292 = 1034 \text{ руб}$$

Ну и рассчитаем рентабельность совершенствования технологии

$$R = \frac{П_{\text{ч}}}{Ц_{\text{совер.}}} \cdot 100\% \quad (3.5)$$

$$R = \frac{1034}{149200} = 0,69\%$$

Данный расчет был произведен для одного ремонта, представленного в таблице 3.1. Также необходимо отметить, что при полном ремонте автомобиля на предприятии «Доступный сервис» с использованием внедряемого оборудования прибыль увеличится в разы, и соответственно изменится рентабельность.

4 Оценка эффективности и конкурентоспособности технологического оборудования

Исходя из информации, представленной в результате выполнения второго раздела, на кузовном участке предприятия «Доступный сервис» на сегодняшний день используется следующее технологическое оборудование и инструмент, представленное в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Технологическое оборудование и инструмент кузовного участка

Наименование оборудования или инструмента	Стоимость, руб.
1 Сварочный аппарат передвижной Telvin Inverspotter 14000	549 615
2 Сварочный аппарат-споттер Telvin Digital Car 5500	69 190
3 Сварочный аппарат Telvin MasterMig 220/2	35 291
4 Станок для кузовного ремонта BlackHawk Korek STL3000C	1 059 400
5 Подставки для бамперов и стекол (напольные)	10 300
6 Шкаф для держателей и съемников стекол	7 800
7 Тележка инструментальная передвижная ЗУБР 38905-7	9 300
8 Набор инструментов в чемодане Force-4941	6 454

Необходимо отметить, что стоимость используемого оборудования, представленного в таблице 4.1, за одну единицу.

Для дальнейшей оценки эффективности и конкурентоспособности технологического оборудования выберем самое дорогостоящее оборудование кузовного участка предприятия «Доступный сервис», а именно напольный станок фирмы BlackHawk STL3000C.

4.1 Анализ эффективности технологического оборудования на основе имитационного моделирования

Далее [5] необходимо создать виртуальный кузовной участок автомобилей и, имитируя на нем выполнение конкретного технологического процесса с некоторой производственной программой, определить показатели эффективности участка с использованием тех или иных образцов оборудования.

Согласно квалиметрическому подходу показателем качества напольного станка (технического уровня, конкурентоспособности и эффективности) будет комплексный коэффициент качества, который определяется как сумма произведений оценок показателей свойств на коэффициенты весомости этих свойств.

Для оценки эффективности и конкурентоспособности технологического оборудования, а именно напольных станков, будем осуществлять выбор и иерархическую классификацию показателей напольных станков, расчет и нормирование оценок показателей свойств, определение весовых коэффициентов, расчет комплексного показателя качества и ранжирование по нему образцов оборудования.

Для получения информации по комплексному показателю K_{kj} необходимо ориентироваться на какой-то показатель эффективности, например, на прибыль, полученную от использования напольных стапелей за весь установленный срок службы, а также иметь информацию по условиям эксплуатации (загрузка оборудования, обслуживаемые автомобили и др.).

Прибыль от реализации технологического процесса кузовного ремонта легковых автомобилей с применением рассматриваемого стапеля будут формировать все свойства этого технологического оборудования.

4.2 Обоснование исходных данных и условий для расчета эффективности стапеля

Обоснование исходных данных в общем случае необходимо начинать с выбора и иерархической классификации показателей напольных стапелей. Так, для них основными простыми и измеряемыми свойствами, влияющими на эффективность использования и отражаемыми в технической документации производителей, являются:

- грузоподъемность подъемника;
- усилие вытяжки;
- высота стоек с зажимами;
- габаритные размеры стапеля;
- стоимость стапеля в сборе.

Технологический процесс кузовного ремонта легкового автомобиля (Land Cruiser 200) на стапеле представлен в таблице 3.1.

Далее в таблице 4.2 представим массив исследуемых напольных стапелей и их характеристик.

Таблица 4.2 – Массив исследуемых стапелей их характеристики

Модель стапеля	Технические характеристики				
	Грузоподъемность, т.	Усилие вытяжки, т.	Высота стоек с зажимами, мм.	Площадь стапеля, м ²	Стоимость, тыс.руб.
1 BlackHawk STL3000C	3	10	400	46,42	1059,4
2 Atis M11	2	11	300	52,4	842,5
3 Atis D300	3	7	300	45,2	950,1
4 Silver H-105	2	10	350	46,8	1254,3
5 Autostapel NS-15	5	20	500	50,4	1617,4
6 Autostapel NS-16MA	3	10	350	48	820,4
7 OMAS-110	2	10	300	52,3	720,2
8 Silver HV-110	2	10	400	46,5	1174
9 ARS-12	2	8	300	48,2	877,4
10 DOOCAR D11Y	3	8	400	45,62	934,2

Окончание таблицы 4.2

Модель стапеля	Технические характеристики				
	Грузоподъемность, т.	Усилие вытяжки, т.	Высота стоек с зажимами, мм.	Площадь стапеля, м ²	Стоимость, тыс.руб.
11 Atis M10	3	10	400	54.3	754.2
12 G6	3	15	500	48.8	1354.2
Максимальное	5	20	500	54,3	1617,4
Минимальное	2	7	300	45,2	720,2

Согласно технологической карты заявленного в третьем разделе кузовного ремонта автомобиля Land Cruiser 200, трудоемкость общего процесса составляет 58,36 часа. В дальнейшем расчете рассмотрим полную загрузку кузовного участка. Исходя из таблицы 3.2 при одном кузовном ремонте на стапеле выполняются работы трудоемкостью в среднем 3 часа.

4.3 Экономическая модель оценки эффективности использования стапеля напольного

При оценке эффективности и конкурентоспособности стапеля будем ориентироваться на прибыль от реализации технологических процессов на участке с применением рассматриваемого гаражного оборудования.

Итак, прибыль от использования стапеля составит:

$$П(j) = Д(j) - З(j) \quad (4.1)$$

где $П(j)$ – прибыль от эксплуатации j -го образца стапеля;

$Д(j)$ – доходы от эксплуатации j -го стапеля (от реализации на участке технологических процессов ремонта автомобилей с применением рассматриваемого стапеля);

$З(j)$ – затраты, связанные с эксплуатацией j -го стапеля (с реализацией технологических процессов ремонта автомобилей с применением рассматриваемого стапеля).

Доходы от использования стапелей общем случае могут быть определены следующим образом:

$$Д(j) = T(j)_{\text{обсл.год}} \cdot C_{\text{чел.-ч}} \quad (4.2)$$

где $T(j)_{\text{обсл.год}}$ – годовая трудоемкость ремонта автомобилей с использованием j -го стапеля;

$C_{\text{чел.-ч}}$ – стоимость нормо-часа.

Общие затраты, связанные с эксплуатацией стапеля, определяют по формуле:

$$З(j) = З(j)_{\text{пок}} + З(j)_{\text{э/э}} + З(j)_{\text{пл}} + З(j)_{\text{фот}} + З(j)_{\text{общ}} + З(j)_{\text{ам}} + З(j)_{\text{р}} \quad (4.3)$$

где $З(j)_{\text{покуп}}$ – затраты, связанные с покупкой j -го стапеля (цена производителя + доставка + монтаж);

$З(j)_{\text{э/э}}$ – затраты на электроэнергию, связанные с эксплуатацией j -го стапеля;

$З(j)_{\text{пл}}$ – затраты, связанные со строительством производственного участка или его арендой для j -го стапеля;

$З(j)_{\text{фот}}$ – затраты, связанные с отчислениями на заработную плату персонала при работе участка, оборудованного j -и стапеля;

$З(j)_{\text{общ}}$ – общехозяйственные затраты (на освещение, воду, повышение квалификации персонала поста, оснащенного j -стапелем);

$З(j)_{\text{аморт}}$ – амортизационные отчисления (15 % от стоимости оборудования) j -го стапеля;

$З(j)_{\text{тоир}}$ – отчисления на ТО и Р оборудования (4 % от стоимости оборудования) j -го стапеля.

4.4 Расчета эффективности кузовного участка

4.4.1 Расчет трудоемкости работ

Трудоемкость (чел.-ч) технологического процесса ремонта на стапеле будет складываться из следующих составляющих:

$$T(j)_{\text{ТП}} = \sum n(k) \cdot [T(k) + t_{\text{пост}} + t_{\text{изм.геом.}}] \quad (4.4)$$

где $n(k)$ – количество автомобилей;

$T(k)$ – трудоемкость выполнения работ на стапеле;

$t_{\text{пост}}$ – продолжительность постановки автомобиля на стапель (0,5 часа);

$t_{\text{изм.геом.}}$ – продолжительность измерения геометрии автомобиля перед ремонтом.

Суточная программа с применением стапеля

$$T(j)_{\text{ТП}} = 3 \cdot (3 + 0,75 + 0,75) = 13,5 \text{ чел.-ч.}$$

Годовая трудоемкость работ на стапеле

$$T(j)_{\text{год}} = T(j)_{\text{ТП}} \cdot D_{\text{р.г}} \quad (4.5)$$

где $D_{\text{р.г}}$ – количество рабочих дней в году (согласно официальным данным 305 дней в году);

$$T(j)_{\text{год}} = 13,5 \cdot 305 = 4117,5 \text{ чел.ч/год.}$$

4.4.2 Расчет нормативной численности рабочих

Нормативный фонд рабочего времени поста определяется с учетом следующих составляющих:

- 1) Календарные дни в году – 365;
- 2) Выходные дни – 52
- 3) Праздничные дни – 0
- 4) Основной отпуск – 28
- 5) Дополнительный отпуск – 0
- 6) Больничные – 3

Итого: $365 - 52 - 28 - 3 = 282$ дня.

Нормированная продолжительность смены – 12 ч. тогда номинальный фонд рабочего времени составляет:

$$\text{НФРВ} = 282 \cdot 12 = 3384 \text{ ч.}$$

Численность рабочих на посту:

$$N_p = T(j)_{\text{год}} / \text{НФРВ} \quad (4.6)$$

$$N_p = \frac{4117,5}{3384} = 1.22 \text{ чел.}$$

4.4.3 Расчет капиталовложений

Основные капиталовложения будут связаны с приобретением площадей для организации работы кузовного участка с использованием стапеля. Остальные капиталовложения в рассматриваемом примере из-за их малости не учитываем.

Площадь поста для выполнения технологического процесса автомобилей связана с габаритными размерами, как технологического оборудования, так и обслуживаемых транспортных средств. Это определено нормами технологического проектирования постов, зон, участков [2]. Следовательно, габаритные размеры гаражного оборудования и транспортных средств влияют на затраты, связанные со строительством (либо с условиями аренды) производственных площадей.

Минимально необходимая (по нормам технологического проектирования) площадь (м^2) поста, оснащенного стапелем, определяется следующим выражением:

$$S(j, k)_{\text{поста}} = (1.0 + 1.0 + a(j)) \cdot (1.2 + 1.2 + b(k)) \quad (4.7)$$

где 1.0 – норматив расстояния от оборудования до стены помещения, м;
 $a(j)$ – ширина j -го стапеля;
 $b(k)$ – длина j -го стапеля.
 1.2 – норматив от передней части стапеля до стены;
 1.2 – норматив от задней части стапеля до стены.

Далее произведем расчет для стапеля BlackHawk STL3000C. Для стапеля площадь составит:

$$S(j, k)_{\text{поста}} = (1.0 + 1.0 + 6,522) \cdot (1,2 + 1,2 + 7,117) = 81,34 \text{ м}^2.$$

При известной стоимости одного квадратного метра производственного помещения можно найти затраты, связанные со строительством (или арендой) производственного помещения поста:

$$З(j)_{\text{пл}} = Ц_{\text{м.кв}} \cdot S(j, k)_{\text{поста}} \quad (4.8)$$

где $Ц_{\text{м.кв}}$ – стоимость одного метра квадратного производственного помещения, в расчетах принимаем $Ц_{\text{м.кв}} = 4000 \text{ руб./м}^2$;

$S(j, k)_{\text{поста}}$ – площадь производственного помещения в зависимости от оборудования, м^2 .

$$З(j)_{\text{пл}} = 4000 \cdot 81,34 = 325360 \text{ руб.}$$

Таблица 4.3 – Капиталовложения поста

Статьи капиталовложений	Сумма, руб.
1 Строительства поста (покупка площадей)	325360
2 Стоимость стапеля	1059400
Итого	1384760

4.4.4 Расчет фонда оплаты труда

Фонд оплаты труда рассчитывается на основе «Отраслевого тарифного соглашения» [3]. Базовый размер оплаты труда с 1 января 2017 года составляет 11848 руб. тарифный коэффициент рабочего составляет – 1.9; районный коэффициент и коэффициент непрерывный стаж работы в данном месте – 1.3.

$$\text{ФОТ}_{\text{год}} = 11848 \cdot 1.9 \cdot 1.3 \cdot 1,22 \cdot 12 = 427290 \text{ руб.}$$

Средняя зарплата одного рабочего

$$ЗП_{\text{ср}} = \frac{\text{ФОТ}_{\text{год}}}{N_p \cdot 12} \quad (4.9)$$

$$ЗП_{\text{ср}} = \frac{427290}{1,22 \cdot 12} = 29265 \text{ руб.}$$

Начисления на ФОТ ($H_{\text{ФОТ}}$) – 27.1 %, в том числе:

– отчисления на обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний – 1.1%;

– отчисления в Пенсионный фонд и Фонд медицинского страхования при общей системе налогообложения – 26%.

$$H_{\text{ФОТ}} = \text{ФОТ} \cdot H_{\text{отч}} = 427290 \cdot 0.271 = 115800 \text{ руб.}$$

4.4.5 Расчет затрат на технологическую электроэнергию

Мощность установленного на стапель электродвигателя определяет величину затрат на технологическую электроэнергию.

Затраты на технологическую электроэнергию, связанные с эксплуатацией стапеля, в год составят ((кВт · ч)/год)

$$З(j)_{\text{э/э}} = \frac{\sum(K_{Ni} \cdot T(j)_{\text{год}}) \cdot 0.8N(j)_y \cdot Ц}{K_w} \quad (4.10)$$

где $З(j)_{\text{э/э}}$ – годовой расход на технологическую электроэнергию, (кВтч)/год;

K_{Ni} – коэффициент загрузки по мощности;

$T(j)_{\text{год}}$ – время загрузки оборудования в год, ч;

$N(j)_y$ – установленная мощность оборудования, кВт ($0.8N(j)_y$ – мощность, реализуемая при $K_{Ni} = 1$);

$Ц$ – стоимость 1 кВт ч технологической электроэнергии руб. ($Ц = 4,0$ руб./кВтч), без НДС);

K_w – коэффициент потерь в электрической сети ($K_w = 0,8$).

Найдем время загрузки оборудования в год:

$$T(j)_{\text{год}} = t(j)_{\text{п-о}} \cdot N(j)_{\frac{\text{кол}}{\text{год}}} \quad (4.11)$$

где $t(j)_{\text{п-о}}$ – время, затрачиваемое на ремонт автомобиля на стапеле в ходе технологического процесса;

$N(j)$ – количество автомобилей, обслуживаемых на данном посту в год.

Количество обслуживаемых автомобилей в год стапеля вычисляем по формуле

$$N(j)_{\text{кол./год}} = D_{\text{р.г}} \cdot N(j) \quad (4.12)$$

где $D_{\text{р.г}}$ — количество рабочих дней в году;

$N(j)_{\text{кол./см}}$ — количество автомобилей, обслуживаемых за смену.

Для стапеля количество обслуживаемых автомобилей в год, время загрузки оборудования и затраты на технологическую электроэнергию составят соответственно:

$$N(j)_{\text{кол./год}} = 305 \cdot 3 = 915 \text{ кол./год}$$

$$T(j)_{\text{год}} = 3 \cdot 915 = 2745 \text{ ч/год}$$

$$З(j)_{\text{э/э}} = \frac{1 \cdot 2745 \cdot 0.8 \cdot 3.5 \cdot 4}{0.8} = 38430 \text{ руб/год}$$

4.4.6 Расчет общехозяйственных расходов

Расходы по охране труда и технике безопасности принимаются по нормативу на одного работающего в год — 200 руб./чел. Тогда для кузовного участка:

$$P_1 = 200 \cdot N_p \quad (4.13)$$

$$P_1 = 200 \cdot 1,22 = 244 \text{ руб./чел}$$

Расходы на отопление принимаются по нормативу на одного работающего в год — 200 руб./чел., тогда

$$P_2 = 200 \cdot N_p \quad (4.14)$$

$$P_2 = 200 \cdot 1,22 = 244 \text{ руб./чел}$$

Расходы на освещение определяются по формуле

$$P_{\text{осв}} = S_{\text{поста}} \cdot Q_{\text{осв}} \cdot T_{\text{см}} \cdot D_{\text{р.г}} \cdot Ц \quad (4.15)$$

где S — площадь поста;

$Q_{\text{осв}}$ — расход осветительной электроэнергии (норматив для производственных помещений в основное время — 13 Вт/м² и в межсменное время — 7 Вт/м²);

$T_{\text{см}}$ — продолжительность смены, ч;

$Ц$ — стоимость осветительной электроэнергии (4,0 руб./(кВт·ч))

Тогда расходы на освещение в основное время составят

$$P_{\text{осв.осн}} = 81,34 \cdot 13 \cdot 12 \cdot 305 \cdot 4/1000 = 15480 \text{ руб.}$$

Расходы на освещение в межсменное время

$$P_{\text{осв.межсмен}} = 81,34 \cdot 7 \cdot 12 \cdot 305 \cdot 4/1000 = 8335,7 \text{ руб.}$$

Общие расходы на освещение в год составят

$$P_3 = 15480 + 8335,7 = 23820 \text{ руб./год.}$$

Расходы на воду определяют по питьевой и сточной воде. Норматив расхода питьевой воды $Q_{\text{вод}} = 15$ л/день на одного рабочего. Тогда расходы на питьевую воду в год составят

$$P_{\text{в.п}} = Q_{\text{вод}} \cdot N_p \cdot D_{\text{р.г}} \cdot C_{\text{в.п}} \quad (4.16)$$

где $C_{\text{в.п}} = 8.288$ руб./м³ – цена воды без НДС.

$$P_{\text{в.п}} = 15 \cdot 1,22 \cdot 305 \cdot 11,76/1000 = 65 \text{ руб}$$

Цена сточной воды составляет 7,82 руб./м³ без НДС. Тогда расходы на сточную воду для кузовного участка составят

$$P_{\text{в.л}} = 15 \cdot 1,22 \cdot 305 \cdot 7,82/1000 = 44 \text{ руб.}$$

Общие расходы на воду в год составят

$$P_4 = 65 + 44 = 109 \text{ руб./год.}$$

Расходы на противопожарные мероприятия принимаются по нормативу на одного работающего в год - 200 руб. /чел. Тогда для поста

$$P_5 = 200 \cdot N_p \quad (4.17)$$

$$P_5 = 200 \cdot 1,22 = 243 \text{ руб./чел}$$

Расходы на подготовку и повышение квалификации составляют 2.5% от фонда оплаты труда

$$P_6 = 427294 \cdot 0.025 = 10680 \text{ руб.}$$

Отчисления на содержание и ремонт оборудования составляют 4 % от стоимости оборудования в год:

$$P_7 = 1059400 \cdot 0.04 = 42400 \text{ руб.}$$

Отчисления на амортизацию оборудования составляют 15 % от стоимости оборудования:

$$A_{об} = 1059400 \cdot 0.15 = 158900 \text{ руб.}$$

Отчисления на амортизацию здания составляют 2,8 % от стоимости здания

$$A_{зд} = 325400 \cdot 0.028 = 9110 \text{ руб.}$$

Итого общехозяйственные расходы составляют

$$P_{общ} = P_1 + P_2 + P_4 + P_5 + P_6 \quad (4.18)$$

$$P_{общ} = 243 + 243 + 109 + 243 + 10680 = 11520 \text{ руб.}$$

Таблица 4.4 – Калькуляция себестоимости поста

Статьи затрат	Затраты, руб.
1 ФОТ	427 294
2 Отчисления на социальные нужды	115 776
3 Ремонтный фонд стенда	42 400
4 Амортизационные отчисления:	
на здание	9 110
на оборудование	158 900
5 Технологическая электроэнергия	38 430
6 Осветительная электроэнергия	23 820
7 Общехозяйственные расходы	11 520
ИТОГО (эксплуатационные затраты за год)	827 250

4.4.7 Расчет чистой прибыли

Приведенные затраты поста определяем по известной формуле

$$З_{пр} = З + E_n \cdot KB \quad (4.19)$$

где $З$ – годовые эксплуатационные затраты, руб.;

E_n – нормативный коэффициент эффективности (с учетом ставки рефинансирования, установленной Центробанком РФ, коэффициента инфляции по годам и показателя степени риска принимаем $E_n=0.33$);

KB – капитальные вложения, руб.

$$З_{пр} = 827250 + 0.33 \cdot 1384800 = 1284234 \text{ руб./год}$$

Годовой доход от использования стапеля

$$Д(j) = T(j)_{\text{год}} \cdot C_{\text{чел.-ч}} \quad (4.20)$$

где $T(j)_{\text{год}}$ – годовая трудоемкость поста;
 $C_{\text{чел.-ч}}$ – стоимость одного чел.-ч, $C_{\text{чел.-ч}} = 1000 \text{ руб./чел.-ч}$.

$$Д(j) = 4117,5 \cdot 1000 = 41175000 \text{ руб.}$$

Общая прибыль кузовного поста со стапелем

$$П_{\text{общ}} = Д(j) - З_{\text{пр}} \quad (4.21)$$

$$П_{\text{общ}} = 4117500 - 1284234 = 2833300 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль поста определяется уменьшением общей прибыли на 20%

$$П_{\text{ч.год}} = П_{\text{общ}} - 0.2 \cdot П_{\text{общ}} \quad (4.22)$$

$$П_{\text{ч.год}} = 2833300 - 0,2 \cdot 2833300 = 2266600 \text{ руб.}$$

Таким образом, мы рассчитали чистую годовую прибыль от эксплуатации стапеля. За нормативный срок эксплуатации стапеля равной 7 годам чистую прибыль примем равной 15,9 млн. рублей.

Аналогично рассчитываем прибыль для других моделей.

4.5 Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества стапелей

Для расчета весовых коэффициентов и комплексного показателя качества проводим подготовительные операции. Производим нормирование оценок показателей свойств каждого стапеля (по исходным данным таблицы 4.2) по форме уравнения (4.23).

Предварительно, исходя из диапазонов изменения параметров, назначаем значения $q_i^{\text{бр}}$ и $q_i^{\text{эт}}$ (браковочное и эталонное значения показателей-х свойств подъемников) и сводим их в таблицу 4.5.

$$K_{ij} = \frac{Q_{ij} - q_i^{\text{бр}}}{q_i^{\text{эт}} - q_i^{\text{бр}}} \quad (4.23)$$

где K_{ij} – относительный показатель i – го свойства j –го варианта объекта;
 $q_i^{эт}$ и $q_i^{бр}$ – соответственно браковочное и эталонное значение i – го показателя.

Таблица 4.5 – Браковочное и эталонное значение показателей

Показатель	Грузоподъемность, т.	Усилие вытяжки, т.	Высота стоек с зажимами, мм.	Площадь стапеля, м ²
$q_i^{бр}$	1,8	6,3	270	40,68
$q_i^{эт}$	5,5	22	550	59,73

Нормированные значения показателей свойств стапелей заносим в столбцы 2-5 таблицы 4.6.

Найденную прибыль за весь нормативный срок эксплуатации стапеля BlackHawk STL3000C заносим в столбец 6 таблицы 4.6.

Решаем систему (4.23), в которой количество уравнений равно количеству исследуемых моделей, т. е. числу строк таблицы 4.6.

Таблица 4.6 – Нормированные значения показателей свойств стапелей и прибыль от их использования за 7 лет

Модель стапеля	Технические характеристики стапелей				
	Грузоподъемность, т.	Усилие вытяжки, т.	Высота стоек с зажимами, мм.	Площадь стапеля, м ²	Прибыль, млн. руб..
1 BlackHawk STL3000C	0,324	0,236	0,464	0,301	15,9
2 Atis M11	0,054	0,299	0,107	0,615	14,3
3 Atis D300	0,324	0,045	0,107	0,237	12,9
4 Silver H-105	0,054	0,236	0,286	0,321	16,2
5 Autostapel NS-15	0,865	0,873	0,821	0,510	17,7
6 Autostapel NS-16MA	0,324	0,236	0,286	0,384	12,0
7 OMAS-110	0,054	0,236	0,107	0,610	12,9
8 Silver HV-110	0,054	0,236	0,464	0,306	15,6
9 ARS-12	0,054	0,108	0,107	0,395	11,3
10 DOOCAR D11Y	0,324	0,108	0,464	0,259	11,1
11 Atis M10	0,324	0,236	0,464	0,715	12,7
12 G6	0,324	0,554	0,821	0,426	18,6

Для решения системы используем стандартные статистические функции приложения Excel, а именно функцию «ЛИНЕЙН», где константа была принята 0, система решается без свободного члена. Результаты решения системы уравнений по данным таблицы 4.6 представлены в таблице 4.7.

Таким образом, нами получено уравнение, связывающее свойства оборудования (X_1 , X_2 , X_3 , X_4) с прибылью (Y) от его использования при

выполнении технологического процесса ремонта кузова на стапеле при полной загрузке поста.

Таблица 4.7 – Результаты решения системы уравнений

Статистики	Свойства стапелей			
	Площадь стапеля, м ²	Высота стоек с зажимами, мм.	Усилие вытяжки, т.	Грузоподъемность, т.
Обозначение свойств	X4	X3	X2	X1
Корни уравнений G_i	-2,037919292	-2,487691724	15,7152639	20,33143349
Стандартные ошибки корней δ_{G_i}	9,057951553	11,32827974	8,45212572	5,387060273
Коэффициент детерминированности R2	0,928508285	4,737370507	-	-
F - статистика	25,97526939	8	-	-
Регрессионная сумма квадратов	2331,818565	179,5414346	-	-

Рассмотрим корреляцию параметров по отношению к прибыли участка за нормативный срок эксплуатации. Произведем расчет корреляции между параметрами. Результаты приведены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Корреляция между параметрами

Название стапеля	Площадь стапеля, м ²	Высота стоек с зажимами, мм.	Усилие вытяжки, т.	Грузоподъемность, т.
площадь стапеля	1	-	-	-
Высота стоек	-0,0031842	1	-	-
Усилие вытяжки	0,33396528	0,75923321	1	-
Грузоподъемность	0,02896693	0,689613815	0,69407978	1

Найденные корни уравнений есть весовые коэффициенты свойств гаражного оборудования. Исходя из принятых в квалиметрии представлений о том, что сумма весовых коэффициентов должна быть равна единице либо другой константе (100 %), представляется возможным пронормировать найденные значения, разделив каждое из них на сумму их модулей по формуле:

$$G_i = \frac{G_i}{\sum_{i=1}^n |G_i|} \quad (4.24)$$

Допустимость такого нормирования объясняется тем, что в рассматриваемом вопросе оценивания значимости свойств (определения весовых коэффициентов) важно знать соотношение свойств (их значимости) между собой, а с математической точки зрения соотношение различных показателей между собой не изменится в случае их умножения (или деления) на некоторую константу. В результате нормирования окончательно получаем значения весовых коэффициентов, представленные в таблице 4.8. Заметим, что в

соответствии с квалиметрическими требованиями здесь сумма весов (модулей) равна единице.

Таблица 4.9 – Коэффициенты весомости свойств

Свойства	Коэффициент весомости
1 Грузоподъемность, т.	0,501116015
2 Усилие вытяжки, т.	0,387339654
3 Высота стоек с зажимами, мм.	0,061315016
4 Площадь стапеля, м ²	0,050229316
Итого	1

Как видно из таблицы 4.9, наибольшее значение имеет коэффициент весомости свойства «грузоподъемность подъемника», который используется на стапеле, второе место для свойства «усилие вытяжки».

Получив весовые коэффициенты свойств стапелей, определим комплексный показатель качества K_k для каждого стапеля с учетом нормированных весовых коэффициентов по формуле, аналогичной уравнению

$$0,5 \cdot X_1(i) + 0,387 \cdot X_2(i) - 0,061 \cdot X_3(i) - 0,05 \cdot X_4(i) = K_k(i) \quad (4.25)$$

Подставляя в расчетную формулу (4.25) нормированные значения показателей свойств стапелей, получим значение комплексного коэффициента качества для каждой модели стапеля.

Таблица 4.10 – Комплексный показатель качества

Марка стапеля	Прибыль, млн.руб	КПК
1 BlackHawk STL3000C	15,9	0,361
2 Atis M11	14,3	0,371
3 Atis D300	12,9	0,179
4 Silver H-105	16,2	0,289
5 Autostapel NS-15	17,7	0,671
6 Autostapel NS-16MA	12	0,334
7 OMAS-110	12,9	0,364
8 Silver HV-110	15,6	0,350
9 ARS-12	11,3	0,249
10 DOOCAR D11Y	11,1	0,332
11 Atis M10	12,7	0,569
12 G6	18,6	0,582

Далее строим зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества, которую представим на рисунке 4.1.

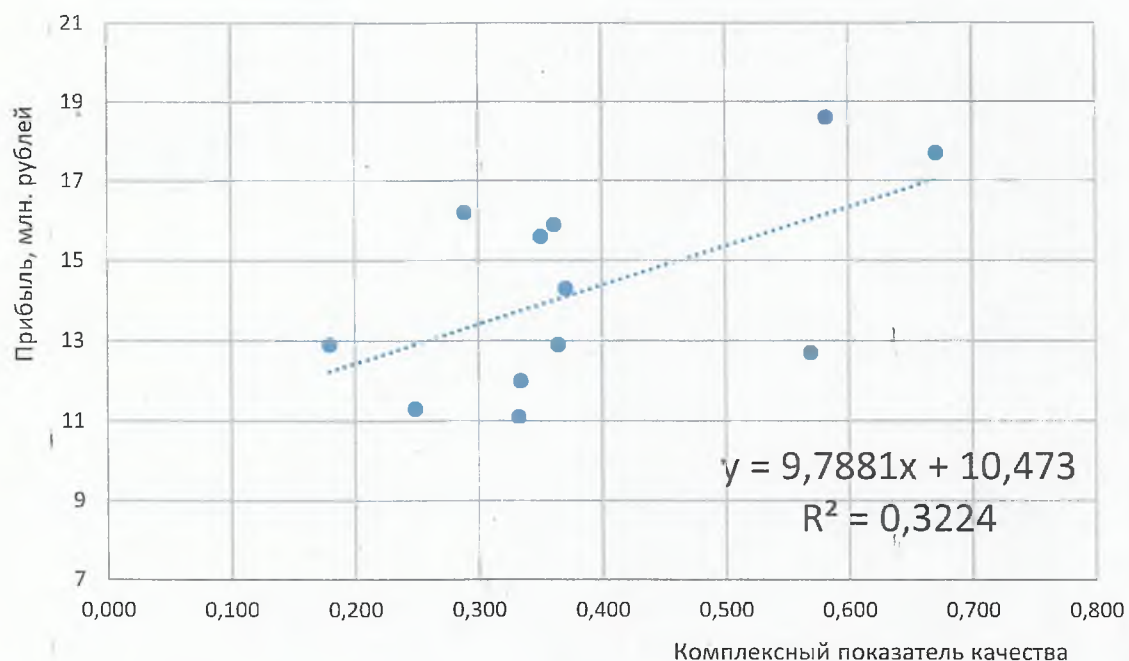


Рисунок 4.1 – Зависимость прибыли от комплексного показателя качества

Из представленной зависимости видно, что стапель Autostapel NS-15 обладает наилучшим комплексным показателем качества из анализируемых стапелей, за счет своих наилучших характеристик на фоне самой высокой цены. Второе место по комплексному показателю качества занял напольный стапель G6, который за 7 лет принесет самую наибольшую прибыль из рассматриваемых стапелей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы совершенствование технологии работ кузовного участка предприятия «Доступный сервис» осуществлялось по следующим этапам:

- на первом этапе было выполнено технико-экономическое обоснование проекта, а именно была представлена характеристика предприятия, представлены производственные мощности и экономические показатели предприятия «Доступный сервис» за 2016 год, были сформулированы основные проблемы и задачи для дальнейшего совершенствования технологии;

- на втором этапе был произведен технологический расчет предприятия, а именно были рассчитаны годовые объемы работ, необходимая численность производственного персонала, количество рабочих постов, площади производственных, административных и складских помещений;

- на третьем этапе был представлен существующий технологический процесс по ремонту рам на предприятии «Доступный сервис», предложены мероприятия для совершенствования технологии кузовных работ на напольном стапеле, представлено внедряемый комплекс опор с зажимами для рам.

- на четвертом этапе был произведен анализ эффективности и конкурентоспособности технологического оборудования на основе имитационного моделирования, был определен наилучший напольный стапель, исходя из комплексного показателя качества.

Разработанные предложения позволят повысить эффективность предприятия «Доступный сервис» на 8%, откроют для предприятия возможность предоставления новой услуги, которая приведет к увеличению доходов и расширению клиентской базы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Проектирование предприятий автомобильного сервиса [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Камольцева, С.В. Хмельницкий. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015.
- 2 Напольский, Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания : учебник / Г. М. Напольский. – М.: Транспорт, 1985. – 231 с.
- 3 ОНТП-01-91 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. – Введ. 07.08.1991.
- 4 Технический паспорт напольного стапеля BlackHawk [Электронный ресурс]: Технические характеристики, правила работы. – Режим доступа: http://siver.ru/ru/catalog_repair/siver_h/.
- 5 Оценка конкурентоспособности технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей : учеб. пособие / И.М. Блянкинштейн. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. – 104 с.
- 6 Тарифное соглашение по автомобильному транспорту на 2010 – 2014гг./Минтранс РФ. – М., 2007.
- 7 Тех Авто – Продажа оборудования для автосервиса. [Электронный ресурс]: Цены на оборудование, характеристики. – Режим доступа: <http://www.teh-avto.ru/production/2/>.
- 8 ОАО «ГАРО» – Гаражное оборудование для автосервиса широкого спектра применения. [Электронный ресурс]: Напольные стапели для кузовного ремонта. – Режим доступа: <http://www.garo.cc/katalog/>.
- 9 Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 2001 - 535с.
- 10 Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для вузов. - 4-е изд. - М.: Высшая школа, 1988, - 416с.
- 11 Шумик С.В. и др. Техническая эксплуатация АТС. Курсовое и дипломное проектирование: Учебник для вузов. - Минск: Высшая школа, 1988 - 208с.
- 12 Гвернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин. - 2-е изд., М: Машиностроение, 1988, - 416с.
- 13 Специализированное технологическое оборудование. Номенклатурный справочник. - М.: Транспорт, 1986, - 160с.
- 14 Краткий автомобильный справочник. -10-е изд., перераб. и док. - М.: Транспорт, 1984, - 220с.
- 15 Экономико-математические методы и модели: пособие к решению задач/ А.И. Стрикалов, И.А. Печенежская. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 348, [1]с. – (Высшее образование).
- 16 Организация и планирование автотранспортных предприятий: Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта для студентов специальности 1505 – "Автомобили и автомобильное